

Aus der Chirurgischen Klinik
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Direktor: Prof. Dr. med. F. Kümmerle

Prä- und postoperative Befunde beim Carpaltunnelsyndrom

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

den Medizinischen Fachbereichen vorgelegt von
Elisabeth Brandhuber
geborene Lenz

Mainz 1974



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Chirurgischen Klinik
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Direktor: Prof.Dr.med.F.KÖMMERLE

PRA- UND POSTOPERATIVE BEFUNDE BEIM CARPALTUNNELSYNDROM

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

den Medizinischen Fachbereichen vorgelegt von
Elisabeth BRANDHUBER
geborene LENZ

Mainz 1974



Fachbereichsdekan:

Prof. H. Langendorf

Referent:

Prof. Dr. D. Wessinghage

Korreferent:

Prof. Dr. F. Kümmerle

Tag der mündlichen Prüfung:

23. 10. 74

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. EINLEITUNG	1
Definition, Anatomie und Geschichte des Carpal tunnel syndroms	1
II. DAS CARPALTUNNELSYNDROM	3
A. Die Symptomatik des Carpal tunnel syndroms	3
1. Subjektive Beschwerden	3
2. Objektive Veränderungen	4
B. Die Diagnostik des Carpal tunnel syndroms	6
1. Klinische Tests	6
2. Röntgenaufnahmen	7
3. Elektromyogramm	8
C. Ursachen des Carpal tunnel syndroms	9
D. Therapie des Carpal tunnel syndroms	13
1. Konservative Therapie	13
2. Operative Therapie	15
3. Anästhesie	16
4. Operationstechnik	16
5. Nachbehandlung	17
III. Eigene Untersuchungen zur Diagnose und Therapie des Carpal tunnel syndroms	18
A. Untersuchungen zur Ursache des Carpal tunnel- syndroms	18
1. Patienten, Alter, Geschlecht	18
2. Einteilung der Ursachen	23
3. Diskussion der einzelnen Fälle	25
4. Lokalisation der Ursachen	33
B. Präoperative Befunde	35
1. Subjektive Beschwerden	35
2. Objektive Veränderungen	36
3. Diagnostik: Klinische Tests	37
4. Vergleich subjektiver und objektiver Befunde sowie der Ergebnisse der Provokationstests und Elektromyogramme	40

	Seite
C. Postoperative Ergebnisse	43
D. Vergleich zwischen prä- und postoperativen Befunden	52
E. Untersuchungen zur Therapie	67
1. Konservative Therapie	67
2. Operative Therapie	68
3. Stellung der Patienten zur Operation	69
IV. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION	71
V. LITERATURVERZEICHNIS	75

I. EINLEITUNG

Definition, Anatomie und Geschichte des Carpal tunnel syndroms.

Das Carpal tunnel syndrom ist ein Krankheitsbild, das durch die Kompression des Nervus medianus im Bereich des Carpal tunnels hervorgerufen wird.

Dieser wird dorsal durch die Handwurzelknochen, volar durch das straffe Ligamentum carpi transversum begrenzt. Er enthält die Sehnen und die Sehnenscheiden der Fingerbeuger sowie den Nervus medianus. Im Distalbereich des Ligaments teilt sich der Nerv in den sensiblen Anteil für die Beugeseite der dreieinhalb radialen Finger und den motorischen Ast zum Daumenballen (Musculus abductor pollicis brevis, Musculus opponens pollicis, oberflächlicher Kopf des Musculus flexor pollicis brevis).

Die Symptomatik des Carpal tunnel syndroms wurde 1865 von NOTHNAGEL (43) beschrieben. Er wertete diese Erkrankung als "eine Art vasomotorischer Neurose" und schilderte folgende Symptome: "Schmerzen, Gefühl von Kribbeln - Ameisenlaufen vergleichbar - in einer Hand oder in beiden Händen und Vorderarm, Abnahme der Sensibilität, Verschlimmerung der Schmerzen in der Nacht, Linderung derselben durch Klopfen und Reiben, Greifschwierigkeiten, besonders beim Aufheben kleiner Gegenstände, Halten der Tasse, Verstärkung der Beschwerden durch Berührung mit kaltem Wasser". Er stellte eine Temperaturabnahme der erkrankten gegenüber der gesunden Hand fest. Als Ursache vermutete er einen Arterienkrampf. Auch PUTNAM (47) beschrieb 1880 die Symptomatik

unter dem Titel "A SERIES OF CASES OF PARAESTHESIA, MAINLY OF THE HANDS, OF PERIODICAL RECURRENCE, AND POSSIBLY OF VASOMOTOR ORIGIN" und vermutete ebenfalls eine vasomotorische Erkrankung.

1885 schilderte BERNHARDT (3) unter dem Titel "Über eine weniger bekannte Neurose der Extremitäten, besonders der oberen" das Krankheitsbild.

F.R. SCHULTZE (54) machte 1889 in seiner Abhandlung "OBER AKROPARÄSTHESIE" darauf aufmerksam, daß noch keine besondere Benennung dieses auffallenden, schon vielfach beobachteten Krankheitszustandes erfolgt sei. Er beschrieb zwölf eigene Krankheitsfälle und verglich die Symptome mit den Symptomen derartiger Fälle anderer Autoren. Er fragte sich, ob man überhaupt berechtigt sei, diesen Symptomenkomplex als einen eigenständigen abzusondern: "Man vermag ihn nicht mit einem bekannten anderweitigen Krankheitsbild zu identifizieren. Kein Autor kann mit Sicherheit behaupten, ob es sich um eine Neurose, eine Neuritis oder gar eine sonstige irgendwo lokalisierte anatomische Läsion des Nervensystems handelt. Es fehlen genügend anatomische Befunde". Er hielt es für möglich, daß Bindegewebsspindeln, welche sich besonders in den Plexus brachialis und in den peripheren Nervenstämmen vorfinden, eine Beziehung zur Krankheitsform haben. Er beobachtete, daß Frauen im Klimakterium vorzugsweise von der Krankheit befallen wurden. "Da die schmerzhaften Paraesthesien einerseits das Wesentliche des Krankheitsbildes ausmachen und dieselben andererseits hauptsächlich und am stärksten an den Enden der Extremitäten lokalisiert sind", gab SCHULTZE ihm den Namen "AKROPARÄSTHESIE".

R. HUNT (19) beschrieb 1909 die Thenaratrophie ohne Sensibilitätsstörungen. Er sah ihre Ursache in wiederholter Druckeinwirkung auf

den die Daumenballenmuskulatur versorgenden Medianusast.

WILSON (65) hielt die Medianusschädigung für eine Folge des Cervicalsyndroms.

OPPENHEIMER (45) gab eine stichwortartige Übersicht über die bis dahin angenommenen Ursachen der Medianuslaesion in seinem "Lehrbuch der Nervenkrankheiten".

1913 kamen MARIE und FOIX (31) als erste zu der Feststellung, daß das Syndrom durch die Kompression des Nervus medianus infolge einer Verengung des Canalis carpi hervorgerufen wird. Sie konnten die Kompression unter dem Ligamentum transversum sowie eine Bindegewebswucherung und Oedemanreicherung des Peri- und Epineuriums histologisch nachweisen. Ein Markscheidenschwund wurde ebenfalls festgestellt. Sie machten darauf aufmerksam, daß eine Durchtrennung des Ligamentum carpi transversum eine Besserung des Krankheitszustandes bringen könnte. Seit dieser Zeit befaßten sich zahlreiche andere Autoren mit diesem Symptomenkomplex, der schließlich den Namen Carpal tunnel syndrome erhielt.

II. DAS CARPALTUNNELSYNDROM

A. Die Symptomatik des Carpal tunnel syndroms

1. Subjektive Beschwerden

Zunächst treten häufig uncharakteristische Beschwerden im Handbereich ohne genaue Abgrenzung auf. Dann werden Paraesthesien in Form von

Kribbeln oder Ameisenlaufen, schließlich ein Taubheitsgefühl auf den Beugeseiten der Finger eins bis drei und der radialen Hälfte des Ringfingers angegeben. Das Syndrom ist gelegentlich bilateral, doch beginnt es in der Regel nicht an beiden Händen zu gleicher Zeit. Die Schmerzen können nach proximal in den Unterarm bis zur Achselhöhle oder Schulter, aber auch nach distal ausstrahlen. Sie werden als lancinierend, bohrend, krampfartig, dumpf, brennend oder ziehend angegeben. Auch das Gefühl der Schwellung oder, wie wir es bei einer Patientin fanden, des "rohen Fleisches" kann eintreten. Die Beschwerden belästigen den Patienten so sehr, daß bei Progredienz besonders in der zweiten Nachthälfte der Schlaf erheblich gestört ist. Besserung tritt vielfach bei Bewegung, Massieren der Finger und Heraushängenlassen der Hände aus dem Bett ein. Morgens besteht ein Steifigkeitsgefühl mit Bewegungseinschränkung der Finger. Beim Frühstück kann die Kaffeetasse nicht gehalten werden, Zeitungen und dergleichen fallen aus der Hand, kleine Gegenstände können nicht aufgehoben, Nadeln nicht gehalten werden. Einige Patienten verspüren bei zunehmender Betätigung während des Tages eine Besserung von Beschwerden und Beweglichkeit, andere bei Handarbeit und gelegentlich unter der Einwirkung von kaltem Wasser eine Verschlimmerung der Beschwerden. VAINIO (58) u.a. geben Fälle an, bei denen Massage und ähnliche Manipulationen den Schmerz verstärkten.

2. Objektive Veränderungen

Nach MANZ (30) ist im Frühstadium ausser einem gelegentlichen Druckschmerz am Handgelenk neurologisch kein krankhafter Befund zu erheben. Als erstes objektives Zeichen, das auf ein Carpaltunnelsyndrom

hindeutet, tritt häufig eine Schwellung im Bereich der Handgelenksbeugeseite auf. Oft besteht ein Flexions- oder Deflexionsschmerz des Handgelenks. In weit fortgeschrittenen Fällen bildet sich eine typische Grube im Thenarbereich aus. Allerdings kommt es auch zu einer schmerzlosen, allmählich progredienten Thenaratrophie ohne Sensibilitätsstörungen. Trotz dieser Atrophie ist häufig ein funktioneller Ausfall nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Hyperkeratosebildung und Ulcera an den Fingerkuppen eins bis drei, gelegentlich auch vier, Nagelwachstumsstörungen und das Alfvödsche Nagelbettzeichen, eine Wulstbildung unter dem Nagelrand, weisen auf eine Medianusschädigung hin.

Aufgrund der subjektiven und objektiven Symptome kann nach WESSINGHAGE (34) die Erkrankung in vier Stadien eingeteilt werden:

1. uncharakteristische Beschwerden im Handbereich;
2. Lokalisierung zunehmender Beschwerden im Medianusinnervationsgebiet;
3. starke Funktionsbeeinträchtigung der Finger, verbunden mit erheblichen Schmerzen, Schwellung auf der Handgelenksbeugeseite;
4. Daumenballenatrophie, trophische Störungen, Sensibilitätsverlust.

Die Reihenfolge der Symptome braucht nicht kontinuierlich von Stadium eins bis vier zu erfolgen, sondern kann variabel auftreten. VAINIO (58) hat bei Kindern mit chronischer Polyarthritis eine isolierte Daumenballenatrophie als einziges Symptom bemerkt. Die Operation bestätigte bei diesen Kindern die vermutete Medianuskompression.

B. DIE DIAGNOSTIK DES CARPALTUNNELSYNDROMS

1. Klinische Tests

Eine Reihe klinischer Provokationstests vermag die Diagnose "Carpaltunnelsyndrom" zu erleichtern:

a) die maximale passive Dorsalflexion im Handgelenk und der Hyperflexionstest nach PHALEN (46), wobei beide Handrücken und die Fingerstreckseiten gegeneinandergedrückt und die Handgelenke maximal nach volar über einige Zeit passiv flektiert werden. Sie können eine Medianuskompression mit Paraesthesien auslösen oder verstärken.

b) Hoffmann-Tinelsches Zeichen: durch Beklopfen der Handgelenksbeugeseite und damit des Nervus medianus können ausstrahlende "elektrische" Sensationen nach distal und proximal im Medianusinnervationsgebiet ausgelöst werden.

c) Stauungstest nach GILLIAT und WILSON (15): die Symptome lassen sich mit der Blutdruckmanschette erzeugen, die am Oberarm wie zum Messen des Blutdrucks angelegt wird. Der Druck in der Manschette soll zwischen dem diastolischen und dem systolischen Druck liegen, so daß eine Stauung im Arm auftritt. Hierdurch können die dem Carpal-tunnelsyndrom entsprechenden Beschwerden ausgelöst werden.

VAINIO (58) gibt an, daß die durch einen ähnlichen Test hervorgerufene Ischämie bzw. die darauffolgende Anoxie des Nerven die Ursache der Paraesthesien ist.

d) Ninhydrin-Test nach MOBERG (36): er beruht auf einem Nachweis der im Schweiß vorhandenen Aminosäuren. Der Fingerabdruck auf Papier

zeigt bei gestörtem Nerven eine Aufhebung der Schweiß-Sekretion und dadurch eine Verminderung der Anfärbung. Bei der Störung des Nervus medianus dürfte die Anfärbbarkeit im Ulnarisbereich, wie auch in den meisten Fällen des Medianusbereichs der Gegenseite, normal sein. Eine objektiv nachweisbare Herabsetzung der Schweiß-Sekretion ist jedoch nur bei längerem Bestehen der Kompression zu erwarten. Bei einem intakten Nerven werden zwei in einem bestimmten Abstand stehende Druckpunkte als zwei getrennte Punkte empfunden. Liegt eine Laesion des Nerven vor, so sind diese Punkte bei schrumpfendem Abstand nicht mehr zu unterscheiden. Es tritt eine Punktverschmelzung ein, d.h. zwei Punkte werden als ein Punkt empfunden. Erfahrungsgemäß werden normalerweise bei einem Abstand von etwa acht Millimeter deutlich zwei getrennte Punkte wahrgenommen. Je kleiner der Abstand ist, desto schwieriger ist das Unterscheidungsvermögen.

2. Röntgenaufnahmen

Routinemässig werden Röntgenaufnahmen beider Hände und Handgelenke angefertigt. Sie können neben den Carpaltunnelspezialaufnahmen in zwei Ebenen gelegentlich knöcherne Veränderungen oder Weichteilverdichtungen erkennen lassen. Röntgenologisch schwer nachweisbar sind Hakenbeinbrüche und Abrisse des Hamulus, da bei beiden eine stärkere Dislokation fehlen kann. Nach einer Statistik von BOEHLER (6) fanden sich "unter 826 Handwurzelknochenverletzungen 1,84% Hakenbeinbrüche und 0,36% Abrisse des Hamulus. Sie entstehen meistens bei Sturz auf die vorgestreckte dorsalflektierte Hand. Dabei können isolierte Luxationen des Hakenbeins durch Herauspressen nach palmar entstehen, die sich ebenfalls im Röntgenbild zeigen". Eine erhebliche Gewalteinwir-

kung, wie z.B. eine starke Quetschung der Hand, führt gelegentlich zu röntgenologisch nachweisbaren Schrägbrüchen des Hakenbeinkörpers. LEWIS's Forderung, alle Handwurzeltraumen in vier Ebenen röntgenologisch zu untersuchen, ist nach BOEHLER (6) kaum zu erfüllen. Bildet sich eine Pseudarthrose aus, so kann der Carpal tunnel verengt sein und die Medianuskompression bewirkt werden. Nach MLETZKO (35) ist die Röntgenuntersuchung bei der Diagnose von untergeordneter Bedeutung. Angefertigte Röntgenaufnahmen lassen traumatische, aber auch degenerative, entzündliche und tumoröse Veränderungen ausschliessen.

3. Elektromyogramm

Es werden Muskelaktionsströme mittels eines Elektromyographen gemessen. Diese lassen sich graphisch darstellen und ergeben bestimmte Kurven bzw. Muster. Ist der den abzuleitenden Muskel versorgende Nerv nicht intakt, so wird das graphische Bild, Elektromyogramm genannt, verändert vorgefunden. Um das Elektromyogramm herzustellen, wird eine Nadelelektrode in den Musculus abductor pollicis eingestochen und dabei in völliger Entspannung die Spontanaktivität beurteilt. Dann läßt man den Patienten den Musculus abductor pollicis maximal innervieren und beurteilt dabei das elektromyographische Muster. Danach sticht man fünf Zentimeter oberhalb der Ableitungsstelle zwei Reiznadeln ein und bestimmt die Oberleitungszeit. Jetzt klebt man zwei Plättchen-elektroden (Reizelektroden) an der Innenseite des Oberarms im proximalen oberen Drittel (zwischen Beuge- und Streckmuskulatur), reizt dort und bestimmt die Leitungsgeschwindigkeit des Nervus medianus (m/sec).

C. URSACHE DES CARPALTUNNELSYNDROMS

Das Carpal tunnel syndrome wird durch eine oder mehrere Kompressionsstellen am Nervus medianus infolge eines Mißverhältnisses des Carpal tunnels zu seinem Inhalt hervorgerufen. Ursache dieses Mißverhältnisses können Bauplanabweichungen der Tunnelbegrenzungen, z.B. die Verdickung des Ligaments, atypischer Muskelursprung, zu flach angelegter Tunnel, sein. Möglicherweise kommt es bei bestehender Verkleinerung des Carpal tunnels infolge Reibung bei Bewegung zu gewissen Reizzuständen des Sehnengleitgewebes, die eine entzündliche Veränderung der Sehnenscheiden hervorrufen können. Es findet sich häufig intraoperativ eine Hypertrophie des Sehnenscheidengewebes mit Gefäßinjektion und oedematöser Einlagerung als Zeichen eines entzündlichen Reizzustandes. Im späteren Verlauf läßt sich eine harbig-fibrose Veränderung des Tenosynovialgewebes erkennen, die sich ebenfalls durch eine Adhärenz auszeichnet. Es ist allerdings schwierig zu differenzieren, ob diese entzündliche Veränderung mit ihren Folgen durch einen mechanisch bedingten Reizzustand verursacht wird, oder ob sie eine Erkrankung sui generis darstellt. Ein objektives Maß zur Bestimmung des Größenverhältnisses des Carpal tunnels zu seinem Inhalt fehlt. Diese Bestimmung ist somit abhängig von den subjektiven Einschätzungen der jeweiligen Operateure. WATCHDOG (62) gibt folgende Einteilung der Ursachen des Carpal tunnel syndroms:

1. akute Kompression durch Dislokation des 9. Metakarp;
2. akute Kompression durch Blutung;
3. langsame Kompression bei arthritischer Disposition und folgender Fraktur;
4. langsame Kompression durch gelegentliche Überströmung;

5. langsame Kompression durch Verdickung des Ligaments.

M. MUMENTHALER (37) betonte, daß sich eine besondere Ursache des Carpal tunnel syndroms in der Regel nicht finden lasse, beobachtete aber manchmal besondere "Begleitumstände", z.B. endokrine Umstellung, Flüssigkeitsretention (Hypothyreose) oder Gewichtsabnahme. Nach MANZ (30) u.a. wird unterschieden zwischen einem idiopathischen Carpal tunnel syndrom ohne eindeutig nachweisbare Ursache und einem symptomatischen Carpal tunnel syndrom mit anatomisch-pathologisch erklärbarer Ursache. Bei NITSCHKE (42), MANZ (30), MLETZKO (35) lag überwiegend ein idiopathisches Carpal tunnel syndrom vor. YAMAGUCHI (69), STRICKER u.a. (57), WORMSER (68) etc. beschrieben symptomatische Formen. LEDITSCHKE (28) berichtete über Medianuskompression im Anschluß an eine infektiöse Sehnenscheidenentzündung. WATSON-JONES (62) veröffentlichte einen Bericht über das in der medizinischen Weltliteratur selten beschriebene Carpal tunnel syndrom bei Pleonosteosis-Léri. - Bei einem 59jährigen Mann mit Makroglossie und Carpal tunnel syndrom stellten RITTMAYER und SCHLACHETZKI (49) histologisch eine Paramyoidose fest. Häufig liegt ein Carpal tunnel syndrom bei System- oder Stoffwechselerkrankungen vor. VIGNON u.a. (59) beobachteten bei Patienten mit multiplem Myelom als Ursache des Carpal tunnel syndroms Amyloidablagerungen entlang den Beugeschnenscheiden. - Fünf Fälle von Medianuskompression bei Gicht beschrieben O'HARA und LEVIN (44). Es fanden sich Gichttophie entlang der Beugeschnen am Handgelenk. Fälle chronischer Polyarthritits als Ursache einer Medianuskompression veröffentlichten YAMAGUCHI (69), GSCHWEND (17), VAINIO (53). QUINLAN (48) u.a. Interessant war der Hinweis von

SHATTUCK u.a. (56) auf eine Medianuskompression, verursacht durch ein Hämatom bei Langzeitantikoagulantientherapie. Durch die Entfernung des ausgedehnten Hämatoms konnten die Beschwerden beseitigt werden. - Auch infolge endokriner Störungen, hormoneller Umstellung kann es zu einem Carpal tunnel syndrome kommen. Die Frage ist, ob eine besondere Überbeanspruchung der Hand Ursache eines Carpal tunnel syndrome sein kann. SCHULTZE (54) stellte eine Beschäftigungsneurose als Ursache infrage, da die Symptomatik nicht bei der Arbeit, sondern am heftigsten in der zweiten Nachthälfte während des Schlafs und morgens eintreten würde. OPPENHEIM (45) und BRAUWER (8) beobachteten das Krankheitsbild gehäuft bei Wäscherinnen, Büglerinnen, Zigarrenwicklern, Schlossern, Melkerinnen, Teppichklopfen, Schneidern sowie Zahnärzten und schlossen ein Berufstrauma nicht aus. Vielleicht hat die ständige Dorsalflexion der Hand einen Einfluß auf die Provokation des Carpal tunnel syndrome. WORMSER (68) stellte zur Diskussion, ob bei älteren Frauen mit nicht mehr einwandfreier Blutzirkulation ein erhöhter Druck im Carpal tunnel durch Putzen, Bürsten und dergleichen zur Medianuskompression führt. -

MLETZKO (35) berichtete, daß bei einer Patientin die Symptome auftraten, während sie viele Male einen Handinhalierapparat benutzte. Auch MANZ (30) betonte, daß dem Carpal tunnel syndrome nicht selten eine beruflich bedingte mechanische Überbeanspruchung des Handgelenks vorausging. Nach NITSCHKE (42) kann selten bei gesundem Organismus als Ursache des Carpal tunnel syndrome eine absolute Überbeanspruchung durch Tätigkeit der Fingerbeuger infrage kommen. Wenn eine solche angenommen wird, läge meist eine Resistenzminderung des Gesamtorganismus durch Grundkrankheiten (Fokus, Anämie, Hepatopathie,

Akromegalie, Myxödem, leichte Infekte, zu wenig Schlaf) als Ursache vor.

Der angenommene Zusammenhang zwischen Art der Betätigung und Auftreten eines Carpaltunnelsyndroms führt gelegentlich zur Anerkennung der Erkrankung als Berufskrankheit; oft kann allerdings das Kausalitätsbedürfnis des Patienten nicht befriedigt und dem Rentenbegehren nicht stattgegeben werden. Nur in Ausnahmefällen dürfte ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Beschäftigung und Carpaltunnelsyndrom vorliegen. Wie wäre es sonst zu erklären, daß nur ein gewisser Teil der bei gleicher Tätigkeit Beschäftigten an einem Carpaltunnelsyndrom erkrankt. Trotzdem entbehren die mit der Anerkennung bzw. Nichtanerkennung der Erkrankung zusammenhängenden Fragen für Gutachter und Patienten gleichermaßen nicht einer gewissen Problematik.

Ursachen beim weiblichen Geschlecht:

Neben anderen Autoren sahen auch wir ein deutliches Übergewicht der Erkrankung beim weiblichen Geschlecht. YAMAGUCHI (69) erklärt sich diese Tatsache daher, daß der Carpaltunnel bei Frauen im allgemeinen enger angelegt ist als bei Männern, daher also auch leichter eine Kompression des Medianus möglich sei. Außerdem neigen Frauen zu einer Hyperextension der Gelenke, was die Medianuskompression begünstigen soll. Nach MAXION (33) klagten nur Frauen über eine schmerzfreie Schwellung von Hand- und Fußgelenken im Sinne eines Lymphödems. Auch Schwangerschaft und Klimakterium können durch "hormonell bedingte temporäre Verquellung fibr-ösen Gewebes" eine Medianuskompression hervorrufen. JANZ, der zwölf Fälle von Schwangerschaftsparästhesien untersuchte, vertrat die Meinung, daß diese

ausschließlich als "rudimentäres", d.h. unausgebildetes Carpal tunnel syndrome anzusehen seien. Untersuchungen durch GROSSE-BOES (16) ergaben, daß das Carpal tunnel syndrome nur als ein Grundfaktor der Schwangerschaftsparästhesien angesehen werden muß, während daneben auch Gefäßveränderungen und toxische Schädigung als Ursache der Beschwerden infrage kommen sollen.

D. Therapie des Carpal tunnel syndrome

1. Konservative Therapie

Bevor die operative Behandlung des Carpal tunnel syndrome sich einen festen Platz in der Behandlung des Carpal tunnel syndrome eroberte, wurden die verschiedensten konservativen Therapiemöglichkeiten angegeben. NOTHNAGEL (43), der die Ursache des Krankheitsbildes in Arterienkrämpfen sah, empfahl 1866 krampflösende und Blutzufuhr begünstigende Verordnungen, wie Wärme, Einreiben mit Senfspiritus, Bürsten der Haut und Anwenden des "konstanten" (galvanischen) Stroms. SCHULTZE (54) gab 1892 als Medikamente Phosphor und Brompräparate. BERNHARDT (3) schließlich verordnete gegen die nächtlichen Schmerzattacken abendlich Chinin in größeren Dosen, außerdem Phenacetin und Antipyrin. CANNON und LOE (10) behaupteten, daß bei konservativer Behandlung des Carpal tunnel syndrome meist jede Heilungstendenz fehle und verwarfen daher jede Art von konservativer Behandlung in allen Fällen, bei denen keine Gegenindikation zum Eingriff bestand. Die gleiche Ansicht vertrat WORMSER (68). Dagegen berichteten STRICKER u.a. (57) über mehrfachen Erfolg mit Hydrocortison-Injektionen in den Carpal tunnel. Für MLETZKO (35) jedoch bedeuteten diese nur

Zeitverlust. M. MUMMENTHALER (38) war der Meinung, daß lediglich beim Vorliegen von subjektiven Beschwerden die Behandlung konservativ sein könne. Die medikamentöse Behandlung mit Gefäßdilatatoren, Vitaminen und Hormonen waren angeblich ohne Erfolg. Injektionen in den Carpal tunnel in Verbindung mit parenteralen Injektionen von zwei ccm Impletoi sowie Stellatumblockaden brachten manchmal eine Besserung. Als wirksamste Maßnahme empfahl er die Immobilisierung des Handgelenks durch eine gut gepolsterte volare Schiene während der Nacht. Im Gegensatz dazu riet MURLEY (39), die Ruhigstellung durch die Handgelenksschiene erst anzuwenden, wenn eine Injektion mit 25 mg Hydrocortison-Acetat in den Carpal tunnel erfolglos war. KENDALL (25) negierte den Erfolg einer Nachtschiene und schlug vor, die Handgelenke in einem Gips nach COLLES ruhigzustellen. Dagegen versprachen sich BENGZON und EICHMANN (2) von der Schiene nur Erfolg, wenn sie Tag und Nacht über einen Zeitraum von vier Wochen getragen wird. Eine Woche lang führte BLAU (4) Ruhigstellung in der Nacht mit einer Schiene in Mittel- oder leichter Beugestellung aus diagnostischen und therapeutischen Gründen durch, um Medianus und Beugesehnen zu entlasten. Eine Schiene, die die Finger frei und deren Bewegung zuläßt, empfahl KELLY (22) für Fälle, bei denen eine Operation nicht durchgeführt werden kann. NITSCHKE (40) äußerte 1967 die Meinung, daß sich durch eine konservative Therapie auch schwere Fälle heilen lassen. Er empfahl Immobilisierung des betroffenen Handgelenks, Auskultation einer schallführenden Sonarstrahlröhre, Vermeidung jeder Anstrengung, Gabe Steroide, wenn eine rasche Schmerzlinderung eintritt, und es können Schwellungen und Atrophieerscheinungen verhindert werden. Bei allen Systemerkrankungen war eine Therapie der Grunderkrankung durchzuführen, da diese, wenn sie erfolgreich ist, zu einer Besserung und spontanen

Heilung führen kann. Voraussetzung der Injektionsbehandlung ist, daß keine Tuberkulose oder pyogene Infektion vorliegt. Infolge Injektion kann es zur Schädigung des Nerven oder zu einer Sehnenruptur kommen. Bei den von KIRANOW (26) u.a. (10, 68, 35, 38) veröffentlichten Fällen mit Carpal tunnel syndrome waren die konservativen Behandlungserfolge nicht von Dauer.

2. Operative Therapie

MARIE und FOIX (31) machten Ende des 19. Jahrhunderts auf die Durchtrennung des Ligaments zur Therapie des Carpal tunnel syndrome aufmerksam. BRAIN u.a. (7) empfahlen, bei Frauen im mittleren und höheren Alter erst zu operieren, wenn sich röntgenologisch keine Knochenveränderungen oder ausgeprägte arthrotische Prozesse nachweisen ließen bzw. keine Spätlähmungen vorlagen. Vor zu langer konservativer Behandlung warnten vor allem WORMSER (68) und MLETZKO (35) und befürworteten die frühzeitige Operation. BENGZON und EICHMANN (2) äußerten sogar die Überzeugung, daß eine endgültige Schmerzfreiheit beim Carpal tunnel syndrome nur durch eine Operation möglich sei. Nach NITSCHKE (42) beseitigt ein Eingriff immer die Schmerzen und kann auch noch nach längerer Zeit zur Rückbildung der Nervenläsion führen. Die Indikation zur Operation ist nach STRUPPLER und FUNK (34) gegeben, wenn sich sensible Störungen (Hyperästhesie oder Hyperpathie) einstellen, d.h. wenn mit einem Faserumbau im sensiblen Anteil des Nerven gerechnet werden muß. Elektromyographische Befunde sollen die Verdachtsdiagnose sichern.

3. Anaesthesie

Je nach Zustand des Patienten und Umfang des zu erwartenden Eingriffs kommen Vollnarkose, Kulenkampff'sche oder axilläre Plexusanaesthesie und die intravenöse Regionalanästhesie nach BIER zur Anwendung. Bei Patienten in sehr hohem Alter oder bei schwerster cardialer oder pulmonaler Dekompensation erfolgt in Lokalanaesthesie meist lediglich die Spaltung des Ligaments. Gerade mit der intravenösen Regionalanaesthesie aber kann bei Patienten in relativ schlechtem Zustand ein Eingriff über eine längere Zeit erfolgen.

4. Operationstechnik

Voraussetzung für eine gute Übersicht während der Operation ist neben einer optimalen Anaesthesie eine pneumatische Blutleere am Oberarm. Viele Autoren, wie M. MUMENTHALER (38) u.a., sind der Meinung, daß in der Regel eine Durchtrennung des Ligaments genüge, eine Entfernung des Nerven und Sehnen umgebenden Bindegewebes aber nicht notwendig sei.

An der Chirurgischen Universitätsklinik in Mainz wird ein Längsschnitt auf der ulnaren Unterarmbeugeseite angelegt, der querverlaufend bis zur Mitte des Handgelenks und dann längs bis in die Hohlhandmitte fortgesetzt wird. Anschliessend wird das Ligamentum carpi transversum durchtrennt und partiell reseziert. Dies allein dürfte nicht zu einer Besserung führen. Im Hinblick auf die postoperative Handmuskulatur kann es zu einer Handgelenksarthrose mit Akut- oder Chronik der Nervenkompressionen kommen. Es ist eine vollständige Kompression des Nervus medianus einschließlich seiner motorischen Nervenfasern, nur durch eine zusätzliche Entfernung des umhüllenden oder subhüllenden Bindegewebes, das direkt

auch in das Tenosynovialgewebe übergent, möglich. Da häufig das Tenosynovialgewebe einen frisch entzündlichen Charakter mit Injektionen und Ödemeinlagerung aufweist oder aber narbig verändert ist, wird es routinemäßig entfernt. Je nach Charakter der Entzündung oder ihres Folgezustandes kann es zu einer mehr oder weniger starken Adhärenz an den Sehnen mit Beeinträchtigung des Gleitmechanismus kommen. Liegt eine rheumatische Tenosynovitis vor - häufig ist das Carpal-tunnelsyndrom das erste Zeichen einer chronischen Polyarthritits (58) - so kann das invasive Wuchern des Gewebes die Struktur der Sehnen auflockern. Schließlich droht die Ruptur. Eine möglichst totale Tenosynovektomie kann diese drohende Gefahr verhindern. Auch kann es durch die Tenosynovektomie nicht zu einer postoperativen Adhärenz der einzelnen Sehnen bzw. Sennenscheiden kommen, der durch eine Blutung infolge der Operation nur noch Vorschub geleistet würde. Nach der Tenosynovektomie erfolgen das Einlegen einer Redon-Saug-Drainage zum Absaugen des Hämatoms, eine fortlaufende Hautnaht, ein Kompressionsverband und Hochlagerung.

5. Nachbehandlung

Besondere Bedeutung kommt der postoperativen Behandlung zu. An der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz kam man von der postoperativen Funigstellung des Handgelenks durch eine dorsale Unterarmgipsschiene wegen anschließender Mobilisationsschwierigkeiten völlig ab. Schon am ersten postoperativen Tag beginnt die aktive Übungsbehandlung ohne jegliche passive Unterstützung. Die Frühmobilisierung ist wichtig, damit trotz der Tenosynovektomie keine Verklebung der Sehnen eintreten kann. Schon nach wenigen Tagen ist die Funktion der Hand in der weitaus meisten Fällen vollständig.

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN ZUR DIAGNOSE UND THERAPIE DES CARPAL- TUNNELSYNDROMS

A. Untersuchungen zur Ursache des Carpal tunnel syndroms

1. Patienten, Alter, Geschlecht

An der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz wurden in dem Zeitraum von 1967 bis 1970 72 Patienten mit Carpal tunnel syndrom behandelt; 13 von ihnen waren bilateral erkrankt, so daß die Untersuchungsbefunde von 85 Händen vorlagen. Bei fünf Patienten - bei einem lag eine doppelseitige Beteiligung des Nervus medianus vor - bestand ein Unfall laut Anamnese. Für die Untersuchungsbefunde der an Carpal tunnel syndrom Erkrankten kamen daher 67 Patienten und 80 Hände in Betracht (Tab. I).

Unter den Patienten waren 24 (38%) männlichen und 43 (62%) weiblichen Geschlechts. Frauen kamen also erheblich häufiger zur Aufnahme als Männer. Der jüngste Patient war 14 Jahre, der älteste 77 Jahre alt. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 46 Jahre (Tab. II).

Die meisten Patienten waren zwischen 50 und 60 Jahren alt. Das Durchschnittsalter der Männer betrug 46, das der Frauen 49 Jahre. Von den 43 Frauen befanden sich 33 (77%) im vierten bis sechsten Decennium (Tab. II). Das spricht dafür, daß Frauen mittleren Alters für die Krankheit besonders anfällig sind. Diese Untersuchungsergebnisse stimmen mit den Angaben von vieler Autoren überein, die feststellten, daß hauptsächlich Patienten mittleren und höheren Lebensalters an Carpal tunnel syndrom erkranken. Bei PLAZKO (35) standen die Mehrzahl

Ge- schlecht	Anzahl der Patienten		Anzahl der Hände								Gesamtzahl der Hände		
		Sa	einseitig				doppelseitig						
			rechts	%	links	%	ohne Traumata		Traumata				
							Sa	%					
männlich	24(3)	27	38	16(1)	20.3	7(1)	8.8	3(1)	26	32,5	(3)	29	34
weiblich	43(2)	45	62	20(1)	25.3	12(1)	15.2	22(-)	54	67,5	(2)	56	66
Sa.	67(5)	72	100	36(2)	45.6	19(2)	24.0	25(1)	80	100,0	(5)	85	100

Tab. I: Anzahl der Patienten mit Carpal-tunnelsyndrom, unterteilt nach Geschlecht und Anzahl der erkrankten Hände
 †(In Klammern posttraumatische Fälle).

Dezennium:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Sa.:
Patienten männlich:	-	2	4(1)	4	3(1)	8(1)	2	1	24(3)
weiblich:	-	1	5	7	7	17(2)	3	3	43(2)
Sa.:	-	3	9(1)	11	10(1)	25(3)	5	4	67(5)

Tab. II: Alter der an Carpal-tunnelsyndrom erkrankten Patienten, nach Decennien und Geschlechtern getrennt
 †(In Klammern Traumata).

seiner an Carpal-tunnelsyndrom Erkrankten im Alter von 41 - 55 Jahren. YAMAGUCHI (69) errechnete als Durchschnittsalter der Patienten seines 1215 Patienten umfassenden Krankengutes das 54. Lebensjahr.

Weiter fällt in Tab. I auf, daß die Krankheit bedeutend mehr die rechte als die linke Hand befallen hatte (60,8%). Bei 59,5% der Hände war die Gebrauchshand erkrankt, was auf eine Begünstigung der Symptomatik durch besondere Überbelastung der Hände hindeuten könnte. Außer 1 post-traumatischen waren noch 25 von den 80 erkrankten Händen (30,4%) bilaterale Fälle. Diese traten somit bei dem Krankengut der Universitätsklinik Mainz weit weniger auf als in der Majoklinik Rochester, deren Anzahl YAMAGUCHI (69) mit 56% aller an Carpal-tunnelsyndrom erkrankten Hände registrierte. HUNT (27) hatte schon 1911 auf bilaterale Fälle hingewiesen und nach ihm gaben SEMPLE und CARGILL (55) 32,7% doppel-seitig erkrankte Patienten an. Auch überwogen bei den bilateralen Fällen weitaus die Frauen. Die Symptome begannen bei den doppel-seitigen Erkrankungen nur bei vier Patienten an beiden Händen zu gleicher Zeit. Die Patienten waren 12, 14, 39 und eine Patientin sogar über 70 Jahre alt. Bei den anderen bilateralen Fällen waren die Zeitabstände von der zuerst erkrankten bis zur Erkrankung der gegenseitigen Hand sehr verschieden.

Zeitabstand in Jahren:	1	3	10	25
Anzahl der Patienten:	1	3	1	2

So erkrankte also die Gegenseite bei fünf Patienten ein Jahr, bei einem Patienten drei Jahre, bei einem Patienten zehn Jahre und bei zwei Patienten erst 25 Jahre später.

Von den 72 in Behandlung stehenden Patienten wurden 21 nicht operiert. Bei 2 dieser Patienten war das Carpaltunnelsyndrom während der Schwangerschaft aufgetreten. Es bildete sich nach der Entbindung spontan zurück. Bei einer anderen Patientin lag ein Carpaltunnelsyndrom als Folge einer distalen, verheilten Radiusfraktur vor. Aufgrund einer erlittenen Refraktur des Radius kam es zum völligen Rückgang der Beschwerden. Bei einigen Patienten wurde nicht operiert, weil die Diagnose nicht eindeutig zu stellen war. Eine Patientin lehnte wegen angeblich bestehender Kreislauf labilität die Operation ab, andere Erkrankte taten dies aus verschiedenen privaten Gründen.

51 (70,8%) von 72 Patienten unterzogen sich der Operation. Da 8 Patienten bilateral operiert waren, läßt sich über 51 Patienten und 59 operierte Hände berichten.

Bei nahezu allen Operationen konnte intraoperativ eine Medianuskompression festgestellt werden. Wie Tab. I zeigt, war bei der Mehrheit der Patienten die rechte und damit die Gebrauchshand betroffen. Bei einer Linkshänderin war die linke Hand erkrankt. Dies könnte dafür sprechen, daß vermehrte Beanspruchung der Gebrauchshand das Carpal-tunnelsyndrom begünstigt. Es wurden mehr Frauen als Männer doppelseitig operiert; doch waren nicht alle doppelseitig Erkrankten auch doppelseitig operiert worden (Tab. III).

Alle 13 doppelseitig Erkrankten (11 Frauen, 2 Männer) wurden zunächst einseitig operiert (Tab. III). 8 Patienten kamen, nachdem die Operation an der ersten Hand zu einer weitgehenden Beschwerdenfreiheit geführt hatte, nach unterschiedlichen Zeiträumen zur operativen Behandlung der zweiten Hand (Tab. IV).

	doppelseitig erkrankt	doppelseitig operiert	einseitig operiert	Gegenseite nicht operiert
♂	2	2	-	-
♀	11	6	5	-
Pat.	13	8	5	-
Hände	26	16	5	5

Tab. III: Anzahl von Patienten und Operationen bei doppelseitig an Carpal-tunnelsyndrom Erkrankten.

Patienten:	1	2	3	4	1
Monate:	3	4	6	9	16

Tab. IV: Zeitspanne bei bilateral erkrankten Patienten zwischen der Operation der ersten und der zweiten Hand.

Im Durchschnitt kamen die bilateral Erkrankten 7.6 Monate nach der Operation der ersten Hand zur Operation der Gegenseite. Von den restlichen fünf doppelseitig Erkrankten kam es bei vier Patienten im Anschluß an die Operation der ersten Hand spontan zu einer Besserung der zweiten Hand, so daß auf einen operativen Eingriff verzichtet werden konnte. Eine Patientin ließ die zweite Hand noch nicht operieren.

2. Einteilung der Ursachen des Carpal tunnel syndroms

Unterschieden werden zwei Formen des Carpal tunnel syndroms, die symptomatische mit anatomisch-pathologisch nachweisbarer Ursache und die idiopathische, bei der sich dieser Nachweis nicht führen läßt. Danach läßt sich folgende Einteilung treffen:

I. Symptomatisch

1. Posttraumatisch:

- a) Primär: Weichteilkontusion, Hämatombildung, Handgelenksfrakturen und/oder Luxation (distale Radiusfraktur, Hamulusfraktur, perilunäre Luxationsfraktur)
- b) Sekundär: Narbenbildung nach Weichteilkontusion, Hämatom, Dislokation der Fragmente, Callusbildung, Sekundärarthrose

2. Nicht traumatisch:

- a) Lokale Erkrankung, unspezifische Tenosynovitis, tumoröse Veränderungen (Cysten, Ganglien, Riesenzelltumoren u.a.)
- b) Degenerative Veränderungen (primäre Arthrosen)
- c) Systemerkrankungen: rheumatische Veränderungen, chronische Polyarthritits, Psoriasis-Arthritits, destruierende Arthrose
- d) Tuberkulose
- e) Lues
- f) Endokrine Erkrankungen oder Umstellungen: Myxödem, Akromegalie, Gravidität, Klimakterium

II. Idiopathisch

Hier läßt sich der Nachweis einer eindeutigen pathologischen Veränderung im Carpal tunnel bereich, d.h. an seinen Wänden und seinem Inhalt, nicht führen. Die Ursachen des Syndroms lassen sich bei einer Reihe von Patienten erst

Ursachen:	Anzahl der Patienten			Anzahl der Hände	
	männlich	weiblich	Sa.		in %
Traumata	3	2	5	5	8.5
Unspezifische Tenosynovitis	10(2)	17(4)	27(6)	33	56.0
Chronische Polyarthrititis und ähnl. Erkrank.	1	8(1)	9(1)	10	17.0
Tuberkulose	2	-	2	2	3.4
Gutartige Tumoren	2	-	2	2	3.4
Degenerative Veränderungen	2	1	3	3	5.0
Lues	-	1(1)	1(1)	2	3.4
Idiopathisch	2	-	2	2	3.4
	22(2)	29(6)	51(8)	59	100.0

Tab. V: Ursachen des Carpal-tunnelsyndroms, aufgeschlüsselt nach Geschlecht, Anzahl der Patienten (darunter in Klammern die doppelseitig Operierten) und Anzahl der Hände.

Es erfolgte die Auswertung des Krankengutes von 51 Patienten mit 59 operierten Händen nach den Ursachen des Carpal-tunnelsyndroms (Tab. V). Es fällt auf, daß die unspezifische und rheumatische Tenosynovitis unter den Ursachen mit 73% an erster Stelle rangiert (YAMAGUCHI (69) 71%). Auch NISSEN (41) gab die Tenosynovitis als häufigste Ursache des Carpal-tunnelsyndroms an. Lediglich bei zwei unserer Patienten (3.4

konnte auch durch die Operation die Ursache nicht festgestellt werden. Hier wurde ein idiopathisches Carpal-tunnelsyndrom angenommen.

3. Diskussion einzelner Fälle.

Traumata:

Bei zwei Frauen war es nach distaler Radiusfraktur mit überschießender Callusbildung zur Veränderung des Carpal-tunnels gekommen. Bei einer dieser Patientinnen lag ferner eine Luxation des Ulna-köpfchens vor, wodurch ausser dem Nervus medianus der Nervus ulnaris komprimiert wurde. Neben der üblichen Behandlung des Carpal-tunnelsyndroms wurde eine Köpfchenresektion der Ulna durchgeführt. Anschließend war die Patientin beschwerdefrei.

Bei einem weiteren Patienten hatte eine Granatsplitterverletzung im Bereich des Handgelenks das Carpal-tunnelsyndrom verursacht. Aufgrund der Verletzung und verbliebener Fremdkörper bildeten sich fibröse narbige Stränge aus. Auffällig war aber, daß die Gegenseite ebenfalls eine Medianuskompression aufwies, die schon vorher einer operativen Behandlung bedurft hatte.

Ein Patient wies eine ausgeprägte Verschwielung der rechten Hohlhand durch Dauerdruck bei Gebrauch von Kirschner'schen Gehstützen wegen einer hohen Oberschenkelamputation auf. Intraoperativ ließ sich ein verdicktes, geschrumpftes Ligament sowie reichlich verdicktes Sehnenscheidengewebe erkennen. Es ist wahrscheinlich, daß sich die Verdickung der Weichteile durch den Reizzustand infolge des Dauerdrucks ausgebildet hatte.

Bei einem weiteren Patienten konnte eine Fraktur des Hamulus als Ursache der Medianuskompression eruiert werden. Auch hier brachte eine partielle Ligamentresektion mit anschließender Neurolyse und eine Tenosynovektomie der Fingerbeuger eine völlige Beschwerdefreiheit. Intraoperativ konnte keine Medianuskompression festgestellt werden.

Tenosynovitis kann auftreten als:

- a) frische Entzündung mit Gefäßinjektion und Hypertrophie des Sehnenscheidengewebes, gegebenenfalls mit ödematöser Einlagerung ohne Zeichen eines infiltrierenden Wachstums;
- b) narbig fibröse Veränderung des Tenosynovialgewebes und Adhäsion an den Sehnen;
- c) invasiv destruierende Form. Diese findet sich vorwiegend bei Patienten, die an einer chronischen Polyarthrititis oder Sehnenscheidentuberkulose erkrankt waren (Tab. VI).

Im einzelnen läßt sich darüber berichten:

Gruppe a:

Bei einem 51jährigen Patienten bestand im Bereich der oberflächlichen Beugesehnenscheiden nur eine verhältnismäßig geringe Veränderung. Die tiefen Beugesehnen wiesen entzündliche Erscheinungen auf, jedoch war das Tenosynovialgewebe stark verdickt und mit gallertartiger Flüssigkeit aufgequollen. Der Nervus medianus war proximal des Ligaments stark gestaut, Perineurium injiziert. Es handelte sich anatomisch-pathologisch um einen mäßig entzündlichen Prozeß der Tenosynovialis, der noch floride war.

Bei drei Frauen fand sich eine frische Entzündung mit Gefäßinjektion, Hypertrophie des Sehnenscheidengewebes und ödematöser Einlagerung.

Gruppe	Anzahl der Patienten			Anzahl der Hände
	männlich	weiblich	Sa.:	
a	1	7(2)	8(2)	10
b	7(1)	8(2)	15(3)	18
c	5(1)	10(1)	15(2)	17
	13(2)	25(5)	38(7)	45

Tab. VI: Aufschlüsselung der Fälle mit unspezifischer, rheumatischer und tuberkulöser Tenosynovitis.

(In Gruppe c: Patienten mit chronischer Polyarthrit, Psoriasis und Tuberkulose als destruierende Tenosynovitiden.)

+(In Klammern doppelseitig operiert.)

Drei weitere Patienten wiesen einen zu engen Tunnel auf, eine Patientin davon zusätzlich ein geschrumpftes Ligament.

Bei einer 60jährigen Patientin, bei der eine Teilresektion des Ligaments vorgenommen wurde, sah man nur eine geringgradige frische Entzündung des Sehnenscheidengewebes ohne jegliche ödematöse Einlagerung.

Gruppe b:

Bei 15 Patienten (7 ♂, 8 ♀) ließ sich eine narbig-fibröse Veränderung des Synovialgewebes erkennen, die sich durch eine Adhäsion an den Sehnen auszeichnete. Zusätzlich erschien bei zwei Patienten der Tunnel verengt, bei vier Patienten fand sich ein verdicktes Ligament.

Gruppe c:

Vier Fälle (2 ♂, 2 ♀) zeigten bereits eine starke Auflockerung der Sehnenstruktur mit drohender Ruptur. Bei einer 37jährigen Frau lag ohne eine deutliche Einschnürung des Nervus medianus ein weißlich verfärbtes fibröses Tenosynovialgewebe ohne makroskopisch sicher nachweisbare Injektion vor. Es war deutlich in die Sehnen eingewuchert und hatte deren Struktur teilweise zerstört, so daß es sich nur schlecht lösen ließ.

Bei einer 32jährigen Frau waren vorliegende Reiskörperchen und die zottige Struktur des Sehnenscheidengewebes kennzeichnend für die Aktivität der Entzündung.

Bei einem 56 Jahre alten Mann fand man den Nervus medianus nicht sonderlich gestaut, es zeigten sich auch keine Einschnürungsstellen; er war von narbig verändertem Synovialgewebe ohne Injektion und ödematöser Einlagerung umgeben bei invasivem Wachstum in die einzelnen Beugesehnen. Diese waren teilweise gelblich verfärbt und hatten ihren glänzenden spiegelnden Charakter verloren. Eine "variköse" Auftreibung der Ulnararterie war hier zusätzlich auffällig.

Ein 56jähriger Patient mit Granatsplitterverletzung im Carpaltunnel wies eine stärkere Hyperkeratose an der Beugeseite des dritten Fingers auf; es bestand ein Alfvöldisches Zeichen am ersten bis dritten Finger, deutliche Blutumlaufstörungen in der Kuppe des zweiten Fingers; der Nagel lag krallenartig darüber, der Daumenballen war atrophiert.

Chronische polyarthritische und ähnliche Erkrankungen:

Hier findet man im Carpal tunnel Tenosynovialgewebe von destruierendem Charakter. Solch synovitisches Gewebe kann in die Sehnen hineinwuchern, deren Struktur auflockern und schließlich zur Ruptur führen. Die Untersuchung ergab, daß es unter neun Patienten (1 ♂, 8 ♀) mit Carpal tunnel syndrom bei rheumatischer Erkrankung in einem Fall zu multipler Sehnenruptur gekommen war. Es handelte sich um eine 72jährige Frau, die röntgenologisch auch polyarthritische Veränderungen an beiden Händen aufwies. Der zweite und der fünfte Finger der rechten Hand liessen sich nur im Grundgelenk, nicht in den beiden distalen Fingergelenken beugen; es lag eine Ruptur des oberflächlichen und tiefen Beugers beider Finger vor. Die Beugung im Grundgelenk wurde durch Musculi interossei und lumbricales bewerkstelligt, die gleichzeitig in den beiden distalen Gelenken über die Dorsalaponeurose eine Streckung erzielten. Intraoperativ ließ sich die Ruptur der vier genannten Sehnen bestätigen. Auf der Gegenseite lag ein Carpal tunnel syndrom gleicher Ursache vor, das eine Operation erforderlich machte. Das entzündete Gewebe war nur insgesamt verdickt, weißlich verfärbt und schwielig. Es wies Zottenbildungen auf, die in die Sehnen eingewuchert waren.

Bei einer 65jährigen Patientin, bei der der Verdacht auf chronische Polyarthrititis bestand, zeigte der Nervus medianus zwei Kompressions-effekte. Die Sehnenstruktur war so aufgelockert, daß eine Ruptur drohte.

Bei den anderen Patienten mit rheumatischen Veränderungen bestand eine beginnende bis weitgehende Auflockerung der Struktur mehrerer Sehnen.

Bei einer Patientin war eine Reoperation erfolgt.

Eine andere hatte die Erkrankung schon zehn Jahre und erlitt während der stationären Behandlung einen rheumatischen Schub.

Eine Patientin wies gleichzeitig Psoriasis arthropathica auf.

Tuberkulose:

Bei zwei Patienten mit tuberkulösem Sehnenscheidenhygrom waren wegen Auftreten von Rezidiven mehrere Operationen erforderlich.

Bei einem Patienten mußte schließlich die Unterarmamputation erfolgen. Trotz möglichst radikaler Entfernung des Sehnengleitgewebes und der bereits befallenen Muskelpartien war die Erkrankung weiter fortgeschritten und hatte zu einer Ruptur sämtlicher Beugesehnen und ausgedehnten Fistelbildungen geführt.

Es konnten bei den 27 Patienten mit Tenosynovitis als Ursache des Carpal tunnelsyndroms sechs doppelseitige Fälle festgestellt werden (22%). Unter den acht bilateral operierten Patienten wiesen sechs Patienten als Ursache des Carpal tunnelsyndroms eine Tenosynovitis auf. Die meisten doppelseitig operierten Fälle von Carpal tunnelsyndrom wurden also durch eine Tenosynovitis verursacht.

Die Dauer der Erkrankung ist nicht immer direkt proportional den festgestellten Veränderungen:

Bei einer Patientin bestand das Carpal tunnelsyndrom 25 Jahre. Das tenosynovitische Gewebe war im volaren Anteil narbig verändert, im Bereich der tiefen Beugesehnen jedoch wies es frische Injektionen auf. Außer anderen objektiven Befunden hatte sie eine sehr ausgeprägte Daumenballenatrophie. Intraoperativ fand man den Nerven nur

leicht gestaut und komprimiert. Eine Auflockerung der Sehnenstruktur bestand nicht.

Dagegen zeigte das Sehnenscheidengewebe eines Patienten, der nur ein Jahr an einem Carpal-tunnelsyndrom erkrankt war, stark invasives destruierendes Wachstum und wucherte in die einzelnen gelb verfärbten Beugesehnen hinein. Der Nervus medianus war nicht komprimiert, keine Daumenballenatrophie vorhanden.

Bei einer Patientin, die nur einen Monat von der Krankheit befallen war, zeigte sich eine ausgeprägte Medianuskompression.

Eine andere Patientin, bei der ein Carpal-tunnelsyndrom an beiden Händen vier Jahre bestand, zeigte an der linken Hand nur leicht entzündliches Gewebe mit geringer Injektion und ausgedehnter ödematöser Einlagerung. Der Nervus medianus war wenig komprimiert, eine Daumenballenatrophie nicht gegeben.

Bei dem durch eine Tenosynovitis verursachten Carpal-tunnelsyndrom läßt sich also eine Beziehung zwischen der Erkrankungsdauer einerseits und der Destruktion durch das Synovialgewebe, der Nervenkompression und ihrer Folgen andererseits nicht ableiten.

Degenerative Veränderungen:

Die Röntgenaufnahmen von drei Patienten (2 ♂, 1 ♀) zeigten deutliche arthrotische Veränderungen der Handgelenke. Das Synovialgewebe war hier stark infiltriert, die Gefäßinjektion deutlich, jedoch die Ödemeinlagerung gering.

Ganglien:

Es handelte sich bei einem Patienten um ein Ganglion, ausgehend von der Volarseite des Radiocarpalgelenks. Histologisch sah man Reste der Sehnenscheide, ausgekleidet von flachem Mesothelbelag. Entzündliche Infiltrationen und Fibrinbeläge fehlten überall.

Bei dem anderen Patienten stellte sich bei der Operation distal vom Ligament in der Tiefe ein ausgedehntes Ganglion dar, das eine deutliche Kompression des Nervus medianus verursacht hatte. Bei der Präparation des Ganglions zeigte sich, daß es mit dem distalen volaren Radiusgebiet verbacken war. Es wurde vom Radius gelöst; man fand eine linsengroße Knochenusur, die sich röntgenologisch nicht dargestellt hatte.

Bei einer Patientin lag ein Ganglionrezidiv auf der Beugeseite des rechten Handgelenks vor, nachdem vor drei Jahren außerhalb eine Operation erfolgt war. Die Patientin klagte nun über Symptome eines Carpal-tunnelsyndroms. Die angefertigten Spezialröntgenaufnahmen des Carpal-tunnels zeigten keinerlei pathologische Veränderungen, das Elektromyogramm jedoch gab mit einem Wert von 4.6 m/sec deutliche Zeichen einer Schädigung, da eine beginnende Daumenballenatrophie vorlag; die Patientin konnte sich jedoch nicht zur Operation entschliessen.

Lues:

Bei einer Patientin mit Lues connata zeigte sich proximal der Medianusaufteilung beiderseits eine neurinomartige Verdickung mit einer Schlingelung der einzelnen Nervenfaserbündel. Gleichzeitig war der Thenarast abgeknickt durch atypische zum Daumenballen ver-

laufende Muskelfasern. Es ist nicht sicher, ob zwischen der Lues und dem Carpal tunnel syndrome ein kausaler Zusammenhang bestand.

Idiopathisch:

Bei zwei Patienten fand man für die Ursache des Carpal tunnel syndrome keine hinreichende Erklärung. Es sind im Krankengut die einzigen als idiopathisch zu bezeichnenden Fälle.

Bei einem 22jährigen Patienten traten plötzlich in der linken Hand Bewegungseinschränkungen und Daumenballenatrophie auf, ohne daß subjektive Beschwerden vorausgegangen waren. Die Tests nach Tinel und Phalen waren negativ. Intraoperativ zeigte sich eine Einschnürung des Medianus.

Ein 43jähriger Patient hatte zwei Monate subjektive Beschwerden in der rechten Hand. Ruhigstellung in Gips brachte keine Besserung. Er wurde zweimal operiert und danach lange Zeit mit Medikamenten behandelt, bis er beschwerdefrei war.

4. Lokalisation der Veränderungen als Ursache des Carpal tunnel syndrome

Wie die Ursache des Carpal tunnel syndrome selbst, so läßt sich auch die Lokalisation der Veränderungen in vielen Fällen erst intraoperativ feststellen. Treten mehrere Ursachen gleichzeitig auf, wie z.B. bei einer Bauplanabweichung, einem verengten Carpal tunnel also, in Verbindung mit einer unspezifischen Reiztenosynovitis, so ist nicht immer zu klären, welche Ursache zum Überwiegenden Teil oder primär das Carpal tunnel syndrome verursachte. Traumen hatten vor allem durch Schädigung der das Handgelenk bildenden Knochen ein Carpal tunnel syndrome bedingt.

Lokalisation:	Ursache:
Knochen-Gelenke:	Bauplanabweichungen, degenerative Veränderungen (Arthrosen), Tumoren, chronische Polyarthrititis, Traumen (u.a. mit Fehlstellung, sekundärer Arthrose, Callusbildung)
Gelenkkapsel:	Ganglien
Ligament:	Bauplanabweichungen, Verdickung unbekannter Genese, degenerative Veränderungen, Traumen
Sehnenscheide:	unspezifische, rheumatische, tuberkulöse Tenosynovitis, pyogene Tenosynovitis
Muskel:	von der normalen Anatomie abweichende Ansätze oder Ursprünge
Nervus medianus:	Traumen, neurinomartige Veränderungen beiderseits bei Lues connata
Gefäße:	Mißbildungen, Stauungen, "variköse" Auftreibungen

Tab. VII: Lokalisation der Veränderungen, die zu einem Carpal-tunnelsyndrom führten.

Veränderungen können außer an Knochen und Gelenken auch an den Weichteilen auftreten (Tab. VII und VIII).

Lokalisation	Anzahl der Hände
Sehnenscheide	47
Knochen und Gelenke	23
Ligament	10
Muskel	1
Nervus medianus	2
Gelenkkapsel	1
Gefäße	1
Sa.:	85

Tab. VIII: Lokalisation der Veränderungen, die zu einem Carpal-tunnelsyndrom führten, bei 72 Patienten an 85 Händen.

B. Präoperative Befunde

1. Subjektive Beschwerden

Die bei der Kompression des Nervus medianus ausgelösten Beschwerden können in ihrer Art, Lokalisation, Ausstrahlung und in ihrem zeitlichen Auftreten sehr unterschiedlich angesehen werden.

Die Patienten gaben vor allen anderen Beschwerden Parästhesien an. Treten Parästhesien im Innervationsgebiet des Nervus medianus auf, so muß an ein Carpal-tunnelsyndrom gedacht werden. Auch Greifschwierigkeiten in der Frühe, nächtliche Beschwerden und nach proximal ausstrahlende Schmerzen deuten häufig darauf hin. Mit nicht lokalisierbaren Beschwerden kam nur eine geringe Anzahl von Patienten zur Untersuchung (Tab. IX).

Die subjektiven Beschwerden können über längere Zeit bestehen, ohne daß sich objektive Veränderungen bemerkbar machen.

2. Objektive Veränderungen

Es fanden sich eine Hyperkeratosebildung, das Alfvödische Zeichen und trophische Störungen nur vereinzelt als Hinweis auf ein Carpal-tunnelsyndrom. Am häufigsten ließ sich eine Schwellung an der Handgelenk-beugeseite als objektive Veränderung einer Medianuskompression erkennen. Die Daumenballenatrophie ist gelegentlich schwer festzustellen und hängt dann von der Beurteilung des Untersuchers ab. Bei nicht deutlicher Ausprägung ist sie umstritten oder wird nicht beachtet, vor allem wenn sie nicht mit Sensibilitätsstörungen und Bewegungsausfall verbunden ist. Bei den Untersuchten wurden 34 Hände von 85, d.h. 40%, mit Daumenballenatrophie registriert (Tab. X).

Unter unseren Patienten hatten zwei, davon einer bilateral, eine isolierte Daumenballenatrophie ohne sonstige Erscheinungen eines Carpal-tunnelsyndroms. Intraoperativ konnte an drei Händen jeweils eine Medianuskompression festgestellt werden.

15 von 85 Händen (17.6%) mit subjektiven Beschwerden zeigten keinerlei objektive Veränderungen, drei Hände (3.5%) nur objektive Veränderungen ohne subjektive Beschwerden. 79% der Hände hatten subjektive und objektive Symptome. Bei annähernd 80% aller Fälle wurde ein Carpal-tunnelsyndrom durch subjektive Beschwerden und objektive Veränderungen angezeigt.

Nur in etwa 20% der Fälle waren allein subjektive oder allein objektive Symptome gegeben. Davon waren objektive Veränderungen mit 3.5% selten allein vorgekommen und bestanden dann nur in isolierter Daumen-

ballenatrophie. Andere objektive Veränderungen wie Schwellung, trophische Störung, Alföldisches Zeichen, Hyperkeratose waren isoliert ohne subjektive Beschwerden nicht vertreten.

Aufgrund der subjektiven und objektiven Symptome kann die Erkrankung, wie auf S. 5 angegeben, in vier Stadien eingeteilt werden:

1. uncharakteristische Beschwerden im Handbereich;
2. Lokalisierung zunehmender Beschwerden im Medianusinnervationsgebiet;
3. starke Funktionsbeeinträchtigung der Finger, verbunden mit erheblichen Schmerzen, Schwellung auf der Handgelenksbeugeseite;
4. Daumenballenatrophie, trophische Störungen, Sensibilitätsverlust.

Bei der Überprüfung unseres Krankengutes ergab sich für die 85 Hände unserer 72 Patienten die Einteilung wie in Tab. XI zu sehen.

Es waren also bei der Diagnosestellung die wenigsten unserer Patienten in Stadium I (10.6%), in Stadium II 23.5%; die meisten (40%) in Stadium III und etwa 26% in Stadium IV.

3. Diagnostik

Provokationstests, Elektromyogramm

Bei der Untersuchung erfolgte zunächst der Vergleich beider Hände nach Form, Größe, Farbe, Beschaffenheit, Temperaturempfindlichkeit und Funktion. Als dann wurden subjektive und objektive Befunde geprüft. Schließlich folgten Provokationstests als diagnostische Hilfe. Diese waren nicht bei allen Patienten ausgeführt worden. Es waren registriert:

Test	Anzahl der Hände	
	positiv	negativ
Hoffmann-Tinelsches Zeichen	46	3
Phalen-Test	41	7
Stauungstest	39	2

Die Tests stimmten fast alle in ihren Aussagen überein.

Nur in zwei Fällen war das Hoffmann-Tinelsche Zeichen positiv, während der Phalen-Test ein negatives Ergebnis brachte. In einem Fall wiesen Tinel- und Phalen-Test auf keine Störungen im Innervationsgebiet des Nervus medianus hin, der Stauungstest dagegen deutete eine Schädigung des Nerven an. In den drei Fällen mit verschiedenen Testaussagen bestätigte die Operation eine Medianuskompression. Bei zwei Fällen mit negativen Testergebnissen lag ein Carpal-tunnelsyndrom als Trauma-folge, in einem Fall eine isolierte Daumenballenatrophie vor.

Das Elektromyogramm war präoperativ nur bei 20 Patienten ausgeführt worden. In 18 Fällen davon (90%) zeigte es eine Störung in der Leitungsgeschwindigkeit des Nervus medianus.

Zwei von den 20 Elektromyogrammen (10%) waren negativ, d.h. die Nervenleitungsgeschwindigkeit verlief im Bereich der Norm.

Symptome:	Anzahl der Hände	in %
Parästhesien	79 von 85	= 92.9
Greifschwierigkeit in der Frühe	60 von 85	= 70.6
nächtliche Beschwerden	58 von 85	= 68.2
proximal ausstrahlende Schmerzen	54 von 85	= 63.5
keine subjektiven Beschwerden	3 von 85	= 3.5

Tab. IX: Subjektive Beschwerden an 85 Händen mit Carpaltunnelsyndrom.

Symptome:	Anzahl der Hände	in %
Schwellung an der Handge- lenkbeugeseite	44	51.8
Daumenballenatrophie	34	40.0
trophische Störungen	2	2.4
Hyperkeratose, Alföldisches Zeichen	1	1.2
keine objektiven Veränderungen	15	17.6

Tab. X: Objektive Veränderungen an insgesamt 85 Händen mit Carpaltunnelsyndrom.

Stadium I	-	9 Hände	-	10.6 %
Stadium II	-	20 Hände	-	23.5 %
Stadium III	-	34 Hände	-	40.0 %
Stadium IV	-	22 Hände	-	25.9 %
				85 Hände - 100.0 %

Tab. XI: Stadium und Anzahl an Carpaltunnelsyndrom erkrankter Hände

4. Vergleich subjektiver und objektiver Befunde sowie der Ergebnisse der Provokationstests und Elektromyogramme

Es ist erstaunlich, daß die subjektiven Beschwerden in der Symptomatik des Carpal-tunnelsyndroms den größten Raum einnehmen. So fanden sich verschiedene subjektive Beschwerden in 63.5 bis 92.9%, während objektive Veränderungen nach obiger Aufschlüsselung nur in 2.4 bis 54% aller Fälle nachweisbar waren (Tab. XII).

Das eindeutige Überwiegen der rein subjektiven Symptome beim Carpal-tunnelsyndrom weist darauf hin, daß der Erhebung einer genauen Anamnese bzw. der Schilderung der Symptomatik in vielen Fällen eine größere Bedeutung zukommt als den objektiven Veränderungen und Provokationstests.

Eine Ausnahme bildet das Elektromyogramm.

Die elektromyographischen Untersuchungen erfolgten in der Neurologischen Abteilung (Leiter: Prof. Dr. P. A. Fischer) der Psychiatrischen und Neurologischen Klinik (Direktor: Prof. Dr. H. J. Bochnik) der Universität Frankfurt/M. durch Herrn Dr. Maxion und Frau Dr. Deutsch.

Aus verschiedenen Gründen konnten nicht bei allen Patienten diese Untersuchungen vorgenommen werden. Es wurden präoperativ 20 Elektromyogramme registriert, von denen zwei keine Veränderungen in der Nervenleitgeschwindigkeit aufwiesen.

Von 18 Patienten, bei denen im Elektromyogramm die Überleitungszeit des Nervus medianus präoperativ gestört war, wiesen

an subjektiven Symptomen:

18 Parästhesien	100.0%
17 nächtliche Beschwerden	94.4%
17 nach proximal ausstrahlende Schmerzen	94.4%
16 Greifschwierigkeiten in der Frühe	88.9%

an objektiven Veränderungen:

14 Schwellung an der Handgelenksbeugeseite	77.8%
13 Daumenballenatrophie	72.0%

auf.

Alle Patienten hatten also Parästhesien, 94.4% der Patienten nächtliche Beschwerden und konnten nicht mehr durchschlafen. Außer bei einem Patienten strahlten die Schmerzen über die Hand zum Unterarm bzw. der Schulter aus. Auch hatten alle mit Ausnahme von zwei Patienten Greifschwierigkeiten am frühen Morgen. Bei 77.8% der Patienten bestand eine Schwellung auf der Handgelenksbeugeseite. Die Tests nach Hoffmann-Tinel und Phalen waren, ausgenommen von einem negativen Phalen-Test, positiv.

In zwei Fällen war bei dem Elektromyogramm die Überleitungszeit des Nervus medianus präoperativ noch im Normbereich. Bei einem dieser Patienten bestand lediglich eine Daumenballenatrophie und Parästhesien in den Fingern eins bis vier. Eine Operation bestätigte eine Medianuskompression und beseitigte die Beschwerden. Postoperativ gab das Elektromyogramm mit einer Nervenleitgeschwindigkeit von 4.2 m/sec ebenfalls einen normalen Verlauf derselben an.

Eine andere Patientin hatte sämtliche Beschwerden eines Carpal-tunnelsyndroms. Trotzdem versagte das Elektromyogramm. Die Patientin hatte sich aus persönlichen Gründen der Operation nicht unterzogen.

Befunde:

subjektiv	Anzahl der Hände	in %
Paraesthesien	79	92.9
Greifschwierigkeiten in der Frühe	60	70.6
nächtliche Beschwerden	58	68.0
proximal ausstrahlende Schmerzen	54	63.5
objektiv	Anzahl der Hände	in %
Hoffmann-Tinelsche Zeichen	46	54.0
Schwellung	44	52.0
Phalen-Test	41	48.0
Stauungstest	39	46.0
Daumenballenatrophie	34	40.0
trophische Störungen	2	2.4
EMG: von 20	+18	90
	- 2	10

Tabelle XII: Symptomatik (subjektiv und objektiv) bei Carpal tunnel-
syndrom, sowie Ergebnisse der Provokationstests und
Elektromyogramme mit Anzahl der betreffenden Hände

Außer in einem Fall zeigte in sämtlichen Fällen mit Schwellung, Parästhesien, nächtlichen Beschwerden und Greifschwierigkeiten in der Frühe das Elektromyogramm eine Störung im Medianusinnervationsgebiet an.

Soweit Tinel-, Phalen- und Stauungstest ausgeführt waren, stimmten sie - bis auf einen Fall der negativen Aussage - mit dessen positiven Aussagen überein.

Das Elektromyogramm fiel demnach in den ausgeprägten Fällen des Carpal-tunnelsyndroms positiv aus, erwies sich also als eine gute diagnostische Hilfe.

C. Postoperative Ergebnisse

1. Zur postoperativen Kontrolle waren 41 Patienten erreichbar.

Zwei Patienten waren verstorben. Von den 41 Patienten waren 20 rechts, 13 links und acht doppelseitig operiert. Es waren 49 Hände (28 rechts und 21 links) postoperativ zu kontrollieren (Tab. XIII).

Bei den Patienten mit einseitig operierter Hand wurde gelegentlich auch die kontralaterale Hand untersucht. Die postoperative Kontrolle wurde anhand des Krankenblattes, durch Fragebogen, persönliche Untersuchungen und Nachuntersuchungen durchgeführt.

2. Eine Überprüfung der Zeitspanne zwischen dem ersten Auftreten der Symptome und der Diagnosestellung eines Carpal-tunnelsyndroms hat ergeben, daß dieses häufig erst sehr spät diagnostiziert wurde (Tab. XIV).

Durchschnittlich mußte ein Patient 2.6 Jahre warten, bis die Diagnose Carpal-tunnelsyndrom gestellt wurde. Nur drei Patienten kamen schon wenige Tage nach den Anzeichen eines Carpal-tunnelsyndroms in

	Anzahl der Patienten	Anzahl der Hände			Gesamtzahl	
		rechts	links	beiders.	Patienten	Hände
♂	14(2)	6(1)	6(1)	4	16	18
♀	24(1)	12(1)	6(-)	12	25	31
Sa.	38(3)	18(2)	12(1)	16	41	49

Tab. XIII: Anzahl der postoperativ untersuchten Patienten und Lokalisation des Carpal tunnelsyndroms
 +(In Klammern posttraumatisches Carpal tunnelsyndrom).

Zeitspanne:	Anzahl der Hände
Tage	3
Monate: 1	5
2	5(1)
3	10(2)
4	4
5	2
6	10
9	2
10	1
Jahre: 1	10
2	12(1)
3	3(1)
4	3
5	1
7	1
10	3
12	1
13	1
20	2
25	1
Sa.:	80(5) = 85 Hände

Tab. XIV: Zeitspanne zwischen dem ersten Auftreten der Symptome und der Diagnosenstellung (In Klammern Traumata).

Behandlung. Eine Anzahl der Patienten tolerierte die Beschwerden ein bis drei Monate, 12.7% sechs Monate, 15.2% ein Jahr und die Mehrzahl (17.7%) kam erst zwei Jahre nach dem Auftreten der Symptome in Behandlung. Bei einigen Patienten lag bei Diagnosestellung der Beginn der Erkrankung drei und vier, bei einzelnen sogar fünf und sieben Jahre zurück.

Auffallend ist, daß in einzelnen Fällen das Auftreten der Symptome 10 bis 20 Jahre und in einem Fall sogar 25 Jahre vor der Diagnosestellung lag. Hier war bei einigen Patienten das Carpal tunnel syndrome mit anderen Grunderkrankungen kombiniert, die vorrangig behandelt wurden oder das Carpal tunnel syndrome trat erst später infolge dieser Erkrankung auf bzw. wurde nicht diagnostiziert.

So bestand bei einigen Patienten zugleich eine chronische Polyarthrit, die zwar entsprechend behandelt wurde, während man den Symptomen des Carpal tunnel syndroms jedoch erst viel später Beachtung schenkte. Zwei Patientinnen, die vor der Operation 20 bzw. 25 Jahre lang die Zeichen eines Carpal tunnel syndroms hatten, wurden auf Nervenentzündung behandelt. In einem Fall lag gleichzeitig mit einem bilateralen Carpal tunnel syndrome Lues connata vor, die u.U. als Grunderkrankung bei der Eigentümlichkeit des Befundes infrage kam.

Nun ist noch interessant, welche Beziehungen MAXION (33), der die Ergebnisse unseres Krankengutes in seine Untersuchungen teilweise mit einbezog, zwischen der Symptomatik und der Dauer der Erkrankung fand. Er verzeichnete: "Präoperativ bestanden unter 15 von 29 Patienten, die innerhalb des ersten Jahres nach Beginn der Beschwerden in Behandlung kamen, lediglich bei einer 44jährigen Patientin weder eine Daumenballenatrophie noch eindeutige, mit klinischen Mitteln

abgrenzbare Sensibilitätsstörungen. Die übrigen Patienten wiesen Hyperästhesien im Bereich der ersten drei Finger und unter ihnen 12 zudem deutliche bis ausgeprägte Atrophie des Musculus abductor opposens pollicis auf. Bei drei Patienten wurden vereinzelt Fasciculationen am Daumenballen beobachtet.

Zehn weitere Patienten, die schon zwischen ein bis zwei Jahren unter Schmerzen litten, waren nicht mehr ohne abgrenzbare Sensibilitätsstörungen.

Bei drei der restlichen vier Patienten, die alle mehr als zwei Jahre unter Beschwerden litten, zeigte sich schon eine fast komplette Daumenballenatrophie".

Häufigkeit und Fehldiagnose:

Die Ausstrahlungen der Schmerzen nach proximal und distal lassen an ein Halswirbelsyndrom denken. In 18 der 72 Fälle lagen eine Medianus- und Ulnariskompression zugleich vor. Die gemeinsame Schädigung beider Nerven kann das Krankheitsbild verschleiern. Ebenso sind dieser wie einer ganzen Reihe anderer Erkrankungen ähnliche Symptome gemeinsam, z.B. beginnender Vorderhornprozeß, Pronator teres Syndrom, Plexusneuritis, Neuropathie, M. Raynaud, Sehnenscheidenentzündung und sog. "rheumatische" Schmerzen. Oft werden auch die Symptome des Carpal-tunnelsyndroms sehr diffus angegeben, was zur Fehldiagnose und dadurch zu einer falschen Therapie verleiten kann. Langdauernde frustrane therapeutische Bemühungen aber können je nach Intensität der Beschwerden zu Verzweiflung oder Resignation bei Patienten führen, die nicht selten als Simulanten angesehen werden.

Fehldiagnose	Anzahl der Fälle	Dauer der Therapie		ca. Ø in Jahre
		Monate	Jahre	
Handgelenkfraktur	1	3		1/4
Folgen eines Schlaganfalls	1	9		3/4
sog. "rheumatische" Beschwerden	3		5,10,10	8 1/3
Sehnenscheidenentzündung	5	5	2,2,2,1	1 1/2
HWS-Syndrom	4	6	1,2,4	2
Nervenentzündung	4	5	1,2,25	7
Wechseljahre	1		1	1
Infektion	1	6		1/2
Sehnenzerrung	1	6		1/2
Verstauchung	1		2	2
Durchblutungsstörungen	1		20	20
Gicht	1		2	2
Systemerkrankungen ohne näh. Bezeichnung	1	6		1/2
Muskelschwund	1		20	20
keine Diagnose angegeben	7	3,3,2,2	1,3,3	1

Nicht als Carpal tunnel syndrome diagnostiziert 33 (80.5%)

Verdacht auf Carpal tunnel syndrome 8 (19.5%)

Durch Fragebogen und persönliche Besuche bei den 41 Patienten ergab sich nach deren Aussagen als Diagnosestellung durch die Vorbehandler obige Darstellung.

Nur bei 19.5% der Patienten wurde also Verdacht auf Carpal-tunnelsyn-drom geäußert, bei 80.5% der nachuntersuchten Patienten eine andere Erkrankung angenommen und behandelt. Die ineffektive Therapie zog sich 3 Monate bis 25 Jahre hin, das sind im Durchschnitt pro Patient fast vier Jahre.

Als Vorbehandler waren präoperativ aufgesucht worden:

von 13 Patienten je 1 Arzt	-	13 Ärzte
von 16 Patienten je 2 Ärzte	-	32 Ärzte
von 9 Patienten je 3 Ärzte	-	27 Ärzte
von 2 Patienten je 8 Ärzte	-	16 Ärzte
von 1 Patient 6 Ärzte	-	6 Ärzte
von 41 Patienten	-	94 Ärzte

Darunter waren:

Praktiker	47	
Chirurgen	15)	
Neurologen	15)	
Internisten	9)	47 Fachärzte
Orthopäden	7)	
Gynäkologen	1)	
Sa.	94	Ärzte

Die Hälfte der Vorbehandler waren Praktiker, die zweite Hälfte verschiedenste Fachärzte.

Ihre praoperativen konservativen Behandlungen mit den verschiedensten Medikamenten, Kurzwellen, Massagen, Injektionen und Gipsverband blieben ohne dauernden Erfolg, führten aber teilweise zu einem zu langen Bestehen der Erkrankung mit objektiven Ausfällen.

Bei der Patientin z.B., die erst 25 Jahre nach Auftreten der Symptome eines Carpal-tunnelsyndroms operiert wurde, hatte sich an beiden

Händen eine ausgeprägte Daumenballenatrophie entwickelt. Nach der Operation an der rechten Hand war die Patientin sofort schmerzfrei, konnte durchschlafen und nach kurzer Zeit die Faust wieder schließen. Die linke Hand war ohne Operation deutlich gebessert. Die Daumenballenatrophie schien sich nicht geändert zu haben.

Eine 49jährige Kollegin, bei der die Symptome erstmalig vor 20 Jahren im Anschluß an eine Gravidität auftraten, war als Schulärztin und in ihrem fünf-Personen-Haushalt stark engagiert. Bleibende Beschwerden (nach drei Graviditäten) an der rechten Hand nahmen ständig zu, so daß es ihr nicht mehr möglich war, länger zu schreiben. Die Symptome traten später auch an der linken Hand auf. Sie wurde von ihrem behandelnden Arzt als Psychopathin angesehen. Schon in der ersten postoperativen Nacht war die Patientin beschwerdefrei. Durch aktive Übungsbehandlung war ihr Faustschluß bald vollständig, am dritten postoperativen Tag konnte sie ohne Schwierigkeiten schreiben und ihre Briefschulden erledigen.

Bei einer anderen Frau hatten die Symptome ebenfalls vor 20 Jahren, aber bilateral begonnen. Mehrere Vorbehandler stellten beiderseits einen Muskelschwund fest. Sie verabreichten Medikamente, die das Leiden nicht besserten. Die linke Hand war nach der Operation schmerzfrei und funktionstüchtig. An der rechten Hand aber, die ein halbes Jahr später operiert worden war, konnte nur eine partielle Besserung festgestellt werden. Die Daumenballenatrophie schien sich an beiden Händen nicht rückgebildet zu haben.

Bei einer Patientin, die 10 Jahre nach den aufgetretenen Zeichen eines Carpal-tunnelsyndroms bilateral operiert wurde, war postoperativ die rechte Hand völlig schmerzfrei, während die linke sich wohl

gebessert hatte, aber gelegentlich noch ein Spannungsgefühl und Kribbeln im Wundbereich und taubes Gefühl in den Fingerkuppen aufwies.

Insgesamt läßt sich aussagen, daß nach einer zu langen inadäquaten Behandlung der Heilprozeß länger dauert und der Erfolg infrage gestellt ist.

Von den 41 Patienten gaben 15 (36.6%) auf Umfrage hin an, das Leiden habe sie seelisch nicht beeinträchtigt. 26 Patienten (64.4%) jedoch sagten aus, das Leiden habe sie sehr bedrückt.

Als Gründe hierfür wurden angegeben:

Fälle:	Gründe:
5	Schmerzen
8	Schmerzen und Arbeitsunfähigkeit (zwei Berufswechsel)
2	Schlaflosigkeit
1	Angst vor Verschlimmerung
1	Angst vor Invalidität
1	Enttäuschung, da trotz Behandlung keine Besserung eintrat
1	Unkenntnis über die Art der Erkrankung
1	fühlte sich den Freundinnen gegenüber zurückgesetzt
3	wurden für Simulanten gehalten
1	Angst, die Hand bliebe steif
1	Angst vor Lähmung
1	Krebsangst

26

Bei länger anhaltender erfolgloser Therapie infolge Fehldiagnose wurden also die meisten Patienten durch Schmerzen und Arbeitsunfähigkeit erheblich beeinträchtigt.

Einige Patienten nahmen übel, daß sie als Simulanten angesehen wurden. Andere quälte Schlaflosigkeit infolge der Erkrankung. Weiterhin wirkte depressiv, daß trotz langer Behandlung keine Besserung eintrat. Einen Patienten beunruhigte die Unkenntnis über die Art der Erkrankung. Eine Schülerin fühlte sich infolge Erfolgsversagens ihren Freundinnen gegenüber zurückgesetzt, zumal sie die Schule verlassen mußte. In anderen Fällen führte die lange ergebnislose Therapie zu Angst vor Lähmung, ja sogar zu Carcinophobie.

Die frühzeitig gestellte Diagnose und die dadurch bedingte Operation vermag solche psychische Beeinträchtigungen weitgehend auszuschalten.

In der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz wurde nach Stellung der Diagnose "Carpaltunnelsyndrom" die Operation empfohlen. Was die Patienten dann vor allem veranlaßte, sich operieren zu lassen, ergab die Beantwortung folgender Frage:

Was stand bei dem Entschluß zur Operation im Vordergrund?

Anzahl der Patienten:	Grund:
39 (95%)	Schmerzen
2 (5%)	Daumenballenatrophie und die Behinderung des Daumens

95% aller Patienten entschlossen sich wegen Schmerzen zur Operation. 29 Patienten davon (70.7%) gaben zusätzlich eine Behinderung bei der Arbeit als Grund zur Operation an. Bei 5% der Patienten war eine isolierte Daumenballenatrophie ohne Schmerzen aufgetreten.

Ein 14jähriger Junge wies eine Daumenballenatrophie beiderseits auf, außerdem bestand eine Kamptodaktylie der Kleinfinger. Die Mutter, eine Krankenschwester, gab an, daß ihr diese Veränderungen aufgefallen seien.

Ein anderer Patient suchte den Arzt auf, weil er eine Schwäche im Bereich des linken Daumenballens verspürte.

D. VERGLEICH ZWISCHEN PRÄ- UND POSTOPERATIVEN BEFUNDEN

Durch die Frage nach dem Grad der Schmerzen vor und nach der Operation sollte der Effekt des Eingriffs festgestellt werden. Die Patienten wurden aufgefordert, die Schmerzen in vier Intensitätsgruppen aufzuteilen (Tab. XV).

Schmerzgrad	Hände	
	Präoperativ	postoperativ
0 = schmerzfrei	3	42
1 = schwach	1	3
2 = mittel	18	4
3 = stark	27	0
	<u>49</u>	<u>49</u>

Tab. XV: Prä- und postoperative Schmerzintensität.

3 Hände, die präoperativ schmerzfrei waren, blieben auch postoperativ schmerzfrei. Sie waren wieder funktionstüchtig. Von den restlichen 46 Händen der Patienten wurden präoperativ zum größten Teil sehr starke, zu einem geringeren Teil erträgliche Schmerzen angegeben. Diese blieben bei 39 Händen (85%) nach der Operation sofort aus (1/0, 2/0, 3/0). Sieben Patienten klagten bei der postoperativen Kontrolle noch über Beschwerden. Davon war aber bei 6 Patienten partiell eine Besserung eingetreten (s.Tab. XVI, S. 59).

Eine 14jährige bilateral erkrankte Patientin hatte rechts stärkere Beschwerden als links. Beiderseits bestand Daumenballenatrophie, links geringer als rechts. Die postoperative Untersuchung ergab, daß die rechte operierte Hand wesentlich gebessert war. Im Gegensatz zu präoperativ fiel ihr morgens die Kaffeetasse nicht mehr aus der Hand; die Daumenballenatrophie war hier noch gering. Die objektiven Befunde an der linken Hand gaben keine Veranlassung zur Operation. Die Daumenballenatrophie war gebessert. Die leichten uncharakteristischen Beschwerden an der linken Hand schienen durch die Angst der Patientin, daß auch hier ein typisches Carpal tunnel-syndrom auftreten könne, psychisch unterstützt zu werden.

Bei einer 49jährigen Patientin waren bei einer bestehenden chronischen Polyarthritits bilateral schon vor 10 Jahren die Symptome eines Carpal tunnel-syndroms aufgetreten. Sie wurde linksseitig operiert. Postoperativ wurden bei der Nachuntersuchung noch Schmerzen im Hypothenargebiet, Spannungsgefühl und Kribbeln beschränkt auf den Wundbereich, jedoch nicht mehr so stark wie präoperativ, angegeben. Die Provokationstests nach Hoffmann-Tinel, Phalen und der Stauungstest zeigten bilateral positive Ergebnisse.

Bei dem Test nach Moberg ergaben sich auf der Papillarleiste bei beiden Händen keinerlei Schweißabdrücke der Fingerkuppen. Ein Elektromyogramm konnte wegen angeblicher Überempfindlichkeit der Patientin an der operierten Hand nicht ausgeführt werden. An der gegen-seitigen Hand ergab es bei fünf cm Abstand einen Wert von 2.8 m/sec. Der, trotz partieller Besserung der subjektiven Symptome, wenig gute postoperative Befund ist erklärlich, da die Patientin kurz vor der postoperativen Kontrolle einen allgemeinen rheumatischen Schub erlitten hatte.

Eine 55 Jahre alte Patientin hatte die Symptome eines Carpal-Tunnelsyndroms zwei Jahre lang rechts und ein Jahr lang links toleriert. Dann ließ sie die rechte Hand operieren. Bei der postoperativen Nachuntersuchung waren die Finger eins bis vier an der operierten Hand geschwollen. Die Patientin gab an, postoperativ große Schmerzen gehabt zu haben. Alkoholverbände und absteigende Bäder hätten wenig Besserung gebracht. Kürzlich sei sie nach einem Antibiotikastöß fast schmerzfrei gewesen, habe aber seit 14 Tagen wieder Schmerzen. Die Provokationstests waren an der operierten Seite positiv, die Fingerabdrücke auf der Papillarleiste beiderseits sehr gleichmäßig und deutlich. Das Elektromyogramm ergab bei fünf cm Abstand einen Wert von 3.8 m/sec. Linksseitig waren die Tests nach Hoffmann-Tinel und Phalen negativ, der Stauungstest positiv. Das Elektromyogramm wurde linksseitig nicht toleriert. Das Elektromyogramm der operierten Hand steht hier im Widerspruch zu den Ergebnissen der Provokationstests und den Beschwerden, war also in diesem Fall nicht zuverlässig. Linksseitig gaben die Provokationstests keine Veranlassung zur Operation.

Bei einem 56 Jahre alten Patienten war bei Diagnosestellung auf Carpal-Tunnelsyndrom an der rechten Hand eine beginnende Dupuytren'sche Kontraktur des vierten und fünften Fingers durch leichte Strangbildung zu tasten. Die Zeichen eines Carpal-Tunnelsyndroms waren an der rechten Hand deutlich ausgeprägt, an der linken Hand bestanden keinerlei Beschwerden. Es wurde eine operative Dekompression des Nervus medianus und des Nervus ulnaris ausgeführt. Bei der postoperativen Kontrolle aber gab der Patient Schmerzen in der operierten rechten Hand nach proximal ausstrahlend bis zum Ellenbogen an, die sich im Ruhestand verstärkten. Beim Anfassen von Gegenständen hatten

die Finger der rechten Hand die Tendenz, in der eingenommenen Stellung zu verharren. An der nicht operierten linken Hand gab der Patient postoperativ ziehende Schmerzen im Grundgelenk des zweiten und dritten Fingers an. Der Provokationstest nach Hoffmann-Tinel war - wie präoperativ - rechts und links negativ. Der Test nach PHALEN ergab an der rechten Hand Schmerzen im Grund der Finger zwei und drei, an der linken Hand solche im basalen Anteil der Phalanx proximalis des zweiten Fingers. Der Stauungstest zeigte rechts Beschwerden im Daumenballenbereich und ein Taubheitsgefühl auf dem gesamten Handrücken. Bei der Zweipunktdiskriminierung wurde der Nadelabstand bei zwei und vier mm an den Kuppen des zweiten und dritten Fingers rechts nicht empfunden. Linksseitig zeigten sich keine Sensibilitätsstörungen. Die Daumenopposition gelang rechts bis Metacarpophalangealgelenk III, links bis Metacarpophalangealgelenk V. Beim Faustschluß war rechts ein cm Abstand aller Finger von der Hohlhand festzustellen, linksseitig schloß sich die Faust vollständig. An beiden Händen fielen trophische Störungen auf wie präoperativ. Die Schweißabdrücke auf der Papillarleiste hatten sich rechts schwach, aber gleichmäßig ausgeprägt, links dagegen erschien die Schweißsekretion des zweiten und fünften Fingers geringer. Das Elektromyogramm erwies bei einem Abstand von fünf cm rechts 3.5 m/sec., links vier m/sec. auf. Bei einer Amplituden-Höhe von drei mV ergab die maximale Willkür ein reichgemischtes Muster beiderseits. Die Ableitung des Nervus ulnaris betrug rechts ein m/sec.

Ergebnis: Es ist postoperativ eine partielle Besserung im Medianus-innervationsgebiet der rechten Hand festzustellen. Der Patient hatte

innerhalb seiner Arbeitssphäre eine leichtere Beschäftigung angenommen. Der Nervus ulnaris hatte sich, wie das Elektromyogramm zeigte, nach der Dekompression wieder erholt.

Eine 49jährige Patientin, die die Symptome eines Carpal-tunnelsyndroms an der linken Hand 20 Jahre toleriert hatte, war nach der Operation an dieser Hand schmerzfrei und die Hand war funktionstüchtig. Ein halbes Jahr später wurde die erkrankte rechte Hand operiert. Nach intensiver Bewegungstherapie war nach dieser der Faustschluß in wenigen Tagen möglich. Bei der postoperativen Kontrolle jedoch gab die Patientin ziehende Schmerzen im Daumenballenbereich und an der Aussenseite des dritten Fingers an. Der dritte Finger ließ sich nur mit Gewalt schliessen und ging dann von selbst nicht mehr auf. Tinel- und Phalantest waren beiderseits negativ, nur der Stauungstest positiv. Der Mobergttest zeigte bilateral keinen Schweißabdruck. Das Elektromyogramm stand zu diesen Ergebnissen im Widerspruch. Es zeigte bei einem Stand von fünf cm, gemessen am Unterarm, rechtsseitig 3.8 m/sec, an der schmerzfreien linken Hand dagegen 7.3 m/sec. Das Elektromyogramm war also in diesem Fall nicht zuverlässig. Bei den Bewegungsbeschwerden des Fingers dürfte es sich um eine Restnarbenbildung handeln, die eine Reoperation notwendig macht. Die Patientin wurde zu diesem Zeitpunkt nochmals einbestellt. Die Daumenballenatrophie war beiderseits geblieben. Bei der Patientin bestand eine Lues connata. Es steht zur Diskussion, ob diese in direkten Zusammenhang mit der Nervenschädigung zu bringen ist.

Eine 70jährige Frau mit chronischer Polyarthritidis wies Sehnenrupturen infolge aggressiv-invasiven Wachstums des synovitischen Gewebes auf und wurde an beiden Händen im Abstand von einem halben Jahr

operiert. Die Sehnenstruktur war an der linken Hand, im Gegensatz zur rechten Hand, noch nicht völlig zerstört. Die postoperative Kontrolle ergab, daß die ehemals weniger erkrankte linke Hand vollständig beschwerdefrei war. An der rechten Hand bestanden noch Parästhesien und in der Frühe Greifschwierigkeiten, aber keine nächtlichen Beschwerden mehr. Die Patientin konnte wieder durchschlafen, was präoperativ nicht der Fall war. Das Hoffmann-Tinel-sche Zeichen war beiderseits, im Gegensatz zu dem präoperativen Ergebnis des Tests, negativ. Der Test nach Phalen jedoch zeigte - den subjektiven Befunden entsprechend - an der linken Hand ein negatives, an der rechten Hand ein positives Ergebnis. Nur der Stauungstest verlief bilateral positiv. Bei dem Test nach Moberg waren die Fingerabdrücke beiderseits sehr gut ausgeprägt. Das Elektromyogramm zeigte bei fünf cm Abstand rechtsseitig einen Wert von 3.8 m/sec und links von 4.2 m/sec, also an der ehemals kränkeren und auch postoperativ nicht beschwerdefreien rechten Hand einen besseren Wert als an der präoperativ weniger erkrankten und jetzt schmerzfreien linken Hand. Es steht auch im Gegensatz zu den Provokationstests nach Hoffmann-Tinel und Phalen und ist also auch in diesem Falle nicht zuverlässig. Die Versorgung der Sehnenrupturen durch Nähte nach Bunnel brachte nur einen teilweisen Erfolg. Man darf hier allerdings nicht außer acht lassen, daß die Patientin bei der Operation 70 Jahre alt war und sich neben frischentzündlichen auch arthritische Veränderungen im Röntgenbild gezeigt hatten.

Nur ein Patient gab bei der Nachuntersuchung an, die Schmerzen seien postoperativ erst aufgetreten, während er in dem Fragebogen präoperativ Schmerzen verzeichnet hatte. Er will alle subjektiven

Beschwerden in verstärktem Maße verspüren. Das Hoffmann-Tinel'sche Zeichen aber war bilateral negativ. Der Phalantest ergab rechts ein negatives, links ein positives Ergebnis. Der Stauungstest provozierte links schon nach 30'', rechts nach 50'' die Symptome. Das Elektromyogramm zeigte bei einem Abstand von fünf cm links 3.5 m/sec, rechts 3.8 m/sec. Der Patient mußte im Beruf von Eisenbieger auf Schweisser überwechseln. Die Beschwerden waren angeblich in gleichem Maße wie präoperativ geblieben ("2/2").

Die restlichen 37 Hände waren nach der Operation völlig schmerzfrei und funktionstüchtig. Die postoperative Kontrolle kann also aussagen, daß von 49 operierten Händen 42 Hände (85.7%) wieder beschwerdefrei und gebrauchstüchtig waren.

Fünf von 49 Händen (10.2%) waren partiell gebessert.

Zwei von 49 Händen (4.1%), davon eine nach Sehnenruptur bei einer 70 Jahre alten Frau mit chronischer Polyarthritits, waren im Beschwerdegrad 2/2 geblieben (Tab. XVI).

Schmerzgrad							
prä- / postoperativ:	0/0	1/0	2/0	3/0	2/1	2/2	3/2
Anzahl der Hände	3	1	14	24	2	2	3 (49)

Tab. XVI: Veränderung des Schmerzes von prä- nach postoperativ

Tab. XVII soll die Besserung der Symptome des Carpaltunnelsyndroms durch einen Vergleich derselben vor und nach der Operation veranschaulichen.

	prä- operativ	post- operativ
Parästhesien 1.bis 4.Finger	46	5
proximale Ausstrahlung	44	5
Greifschwierigkeiten in der Frühe	42	6
nächtliche Beschwerden	41	3
Hoffmann-Tinel'sches Zeichen	+ 38	+ 6
Phalen-Test	+ 36	+ 12
Schwellung	31	0
Stauungstest	26	17
Daumenballenatrophie	26	18
trophische Störungen	4	4

Tab. XVII: Symptome des Carpaltunnelsyndroms prä- und postoperativ

Das Elektromyogramm war nur bei sechs der zur postoperativen Kontrolle zur Verfügung stehenden Patienten präoperativ ausgeführt.

	präoperativ		postoperativ	
	rechts	links	rechts	links
Hau.M.	4	4	2.8	nicht ausführb.
Ho.G.	5.2	4.8	3.8	3.2
Li.A.	7.4	-	4.3	3.5
Ste.E.	-	9		nicht ableitb.
We.W.		5.2	4	3.8
Ste.G.	6	4	4.8	4

Die postoperative Kontrolle ergab bei einem Vergleich mit dem präoperativen Befund, daß die Symptome durch die Operation weitgehend beseitigt waren. Von den vor der Operation an 46 Händen angegebenen Parästhesien bestanden solche nur noch an fünf Händen. Die zuvor an 44 Händen proximal ausstrahlenden Schmerzen wurden nur noch an fünf Händen verspürt. Vor der Operation konnten 42 Hände am frühen Morgen keine Gegenstände aufheben oder festhalten, nach der Operation nur noch sechs Hände. Waren vorher die Beschwerden an 41 Händen so stark, daß sie die Patienten nachts aus dem Schlafe aufweckten, so war dies postoperativ nur noch an drei Händen der Fall. Es bestanden also postoperativ nur noch wenig subjektive Beschwerden. Bei den objektiven Befunden ergab die postoperative Kontrolle ebenfalls günstige Ergebnisse. Während vor der Operation in 31 Fällen an der Beugeseite des Handgelenks eine Schwellung sichtbar war, konnte postoperativ eine solche in keinem Falle mehr wahrgenommen werden. Die trophischen Störungen bestanden nach wie vor der Operation. Die Provokationstests zeigten bei dem Hoffmann-Tinel'schen Zeichen von 38 Fällen nur noch in sechs, bei dem Test nach Phalen von 36 noch elf, und bei dem Stauungstest von 26 noch in 17 Fällen ein positives Ergebnis. Die Daumenballenatrophie erschien an acht Händen (30.7%) weitgehend, und an vier Händen (15.3%) partiell gebessert. An 14 Händen (54%) war sie geblieben. Daraus ergibt sich die Bedeutung der frühzeitigen Operation.

Die postoperative Prüfung der Opposition des Daumens zum Metacarpophalangealgelenk eins bis vier ergab:

Opposition:	V	IV	III	II	I	0	
Metacarpophalangealgelenk	32	4	10	3	0	0	= 49 Hände

Bei 32 (65.3%) Händen gelang die Opposition des Daumens bis Metacarpophalangealgelenk V, was der Norm entsprechen dürfte. Bei vier Händen erreichte die Daumenkuppe das Metacarpophalangealgelenk IV (8.2%). Bei 10 Händen (20.4%) opponierte der Daumen nur bis Metacarpophalangealgelenk III und bei drei Händen nur bis Metacarpophalangealgelenk II (6.1%).

Der Faustschluß war präoperativ nahezu vollständig. Nach Aussagen der Patienten war er postoperativ nach folgender Zeit möglich:

nach einigen Tagen:	1-3 Wochen	1-3 Monaten	1 Jahr	nicht
Hände:	35	8	2	1
				3

Der Faustschluß war also bei 35 Händen (71.5%) schon nach einigen Tagen, bei acht Händen (16.3%) nach einigen Wochen, bei nur zwei Händen nach ein bis drei Monaten und nur in einem Fall nach einem Jahr möglich. Nicht möglich war er an drei Händen aufgrund degenerativer Prozesse im Handgelenk. Bei der postoperativen Kontrolle war der Faustschluß vollständig an 46 Händen = 93.1%. Dementsprechend war der Abstand der Finger von der Hohlhand beim Faust-

schluß nach der Operation:

Abstand:	0.0 cm	0.5 cm	1.0 cm	1.5 cm	2.0 cm	3.0 cm
Hände:	35	4	5	1	1	3

Von 49 operierten Händen konnten sich gleich nach der Operation 35 vollständig zur Faust schliessen. Bei zehn Händen betrug der Abstand ungefähr ein cm und es dauerte bei acht Händen davon ein bis drei Wochen und bei zwei ein bis drei Monate, bis der Faustschluß vollständig war. An einer Hand waren die Finger zwei cm von der Hohlhand entfernt und sie konnte sich erst im Laufe eines Jahres vollständig zur Faust schliessen. Bei den drei Händen mit drei cm Abstand der Finger von der Hohlhand war der Faustschluß bis zur postoperativen Kontrolle noch nicht gelungen. Hier lagen schon präoperativ erhebliche Bewegungsbehinderungen infolge degenerativer oder entzündlicher Veränderungen an mehreren Gelenken vor.

Verschiedene Patienten gaben bei der Nachuntersuchung Schwäche in der operierten Hand an beim Tragen schwerer Lasten, wie Taschen und dergleichen.

Schwäche:	präoperativ		postoperativ	
	+	-	+	-
Hände:	44	5	17	32

Postoperativ wurde bei 32 von 49 Händen (64.9%) keinerlei Schwächegefühl der Hände angegeben.

Ergebnisse der Zweipunktediskriminierung:

Zweipunkte- diskriminierung:	o.B.	Db.↑	Db.↓	6 mm	4 mm	2 mm
Hände:	27	3	2	6	8	3

Bei 27 Händen (55.1%) zeigte sich durch die Zweipunktediskriminierung keinerlei sensible Störung im Medianusbereich. Drei Hände wiesen eine Hyperästhesie, zwei eine Hypästhesie im Daumenballenbereich auf. Diese 32 Hände (64.9%) entsprechen zufällig genau der Anzahl der Hände ohne Schwächegefühl nach der Operation. Von den restlichen Händen waren bei sechs im Abstand von sechs mm, bei acht im Abstand von vier mm und bei drei im Abstand von zwei mm Sensibilitätsstörungen an den Fingern eins bis vier vorhanden.

Als weitere Untersuchung bei der postoperativen Kontrolle wurde die Schweißsekretion geprüft. Die Ergebnisse wurden in drei Stärkegrade des Abdrucks eingeteilt.

An 33 Patienten bilaterai ausgeführte Tests zeigten folgende Stärkegrade:

Stärkegrad:	1 = stark	2 = mittel	3 = schwach
rechts:	15	7	11
links:	15	7	11

Auffallend war, daß die Fingerabdrücke bilateral den gleichen Stärkegrad zeigten. Auch überraschte, daß sie sich bei drei Patienten mit postoperativ schlechten Befunden besonders stark ausprägten.

Bei der postoperativen Kontrolle wurde das Elektromyogramm zwecks Seitenvergleich an beiden Händen ausgeführt. Das Ergebnis zeigt Tab. XVIII.

Von 38 postoperativ ausgeführten Elektromyogrammen entsprachen 33 den subjektiven und objektiven Befunden (86.3%). Bei drei Patienten waren die Elektromyogramme nicht ausführbar und bei zwei Patienten standen sie im Gegensatz zu den anderen Befunden (13.2%). MAXION (33), der in Zusammenarbeit mit uns unser Krankengut bei seinen elektromyographischen Untersuchungen teilweise mit einbezog, traf bei Untersuchungen der Willküraktivität folgende Einteilung:

- I. Keine Parese: unauffällige Interferenzmuster mit normalen motorischen Einheiten, kein Unterschied zur gesunden Seite;
- II. Leichte bis mittlere Parese: gegenüber der gesunden Seite verdünntes Interferenzmuster bis gemischtes Muster motorischer Einheiten im Sinne einer Aufsplitterung der motorischen Einheiten;
- III. Starke bis vollständige Parese: fehlendes oder einfaches Muster motorischer Einheiten bis höchstens leicht gemischtes Muster mit meist starker Veränderung der einzelnen motorischen Einheiten mit häufig polyphasischer Aufsplitterung.

Er stellte fest:

"Die motorische Überleitungszeit war bei allen Patienten abhängig vom Ausmaß der Brachienparese. Sie betrug bei fehlender oder höchstens geringer Parese 4.5 ± 1.5 msec, bei mittlerer Parese 5.9 ± 2.9 msec und bei starker Parese 8.5 ± 2.5 msec. Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren für $p < 0.05$ sicher. Die maximale motorische

	rechts	links	rechts	links
1. Be.J.	(3.5)	4	21. Li.A.	(4.3) 3.5
2. Bu.M.	(7.3)	3.8	22. Le.B.	(3.8) 3.5
3. Br.J.	(4.7)	6.8	23. Me.G.	3.8 (4.2)
4. Br.E.	(3.8)	(9.8)	24. Mj.M.	(3.8) 3.6
5. Co.E.	(3.5)	4.4	25. Ma.H.	4.8 (4.2)
6. Eb.W.	(4)	4	26. Pau.A.	(nicht toleriert)
7. Eng.P.	-	-	27. Ra.R.	(nicht erschienen)
8. Fu.K.	(4.2)	4	28. Ro.L.	5.2 (4.2)
9. Ga.R.	(3)	3.6	29. Ri.K.	(3.8) (3.6)
10. Hau.M.	2.8	(nicht durchführb.)	30. Rei.S.	(3.8) nicht durchführb.
11. Ho.H.	6	(gem. Muster)	31. Sie.E.	(3.8) (4.2)
12. He.M.	(3.5)	(5 bei 3 mV)	32. Sa.E.	3.5 (3.8)
13. Ha.R.	(3)	3.2	33. To.E.	(3.8) (7.3)
14. Ho.G.	(3.8)	3.2	34. Schi.E.	(3.8) (4)
15. Jä.G.	(4.5)	3.5	35. St.O.	(nicht toleriert)
16. Jo.I.	(3)	4.5	36. Stei.H.	(3.5) (3.5)
17. Ke.A.	4.8	(4)	37. Ste.E.	(9 m/sec)
18. Ku.M.	4.5	(5.5)	38. Ste.G.	4
19. Kr.G.	(2.8)	3.6	39. Zö.H.	3.8 (4)
20. Kr.D.	(4)	4.5	40. Wl.M.	3.8 (3.8)
			41. We.W.	(4) 3.8

Tab. XVIII: Ableitungszeiten des Elektromyogramms bei einem Abstand von 5 cm in m/sec.
(In Klammern: operierte Hände).

Leitgeschwindigkeit des Nervus medianus oberhalb des Handgelenks war bei den Patienten insgesamt mit 61 ± 13 m/sec im Bereich der Norm".

Unser Klinikgut ergab bei der postoperativen Kontrolle bei einem Reizabstand von 5 cm folgende Gruppen:

Gruppe	I	-	4.3 m/sec	-	21 Patienten	(55.3%)
Gruppe	II	-	5.9 m/sec	-	8 Patienten	(21.0%)
Gruppe	III	-	8.5 m/sec	-	6 Patienten	(15.7%)
nicht ausführbar				-	3 Patienten	(8.0%)

Beim Vergleich von konservativer und operativer Behandlung ergaben sich bei MAXION (33) folgende Befunde:

	I	II	III
nach konservativer Behandlung:	19%	31%	50%
nach operativer Behandlung:	25%	64%	11%

MAXION (33) leitet ab:

"Die Überleitungszeit des Nervus medianus bei einem Reizzustand von fünf cm war bei den Operierten mit 4.8 ± 1.8 m/sec signifikant ($p = 0.01$) kürzer als bei den Nichtoperierten mit 6.7 ± 3.1 m/sec. Die Normalwerte liegen zwischen 2.5 - 4.5 m/V.

Pathologische Spontanaktivität im Sinne eines Fibrillierens oder einzelner Spontanentladungen motorischer Einheiten fand sich bei neun von 27 Operierten (33%) gegen 13 von 25 Nichtoperierten (52%). Insgesamt lagen damit klinische und elektromyographische Befunde bei den Operierten günstiger als bei den konservativ Behandelten, obwohl hier die Krankheit längere Zeit bestanden hatte".

E. Untersuchungen zur Therapie

1. Konservative Therapie

Bei allen 29 Patienten waren konservative Behandlungsversuche, zum Beispiel mit lokalen Cortisoninjektionen, ohne längeren Erfolg geblieben; einzelne Patienten berichteten hingegen über verstärkte Schmerzen und zunehmende Schwäche nach einer Injektionsbehandlung. Es sei hier betont, daß die Gefahren, die bei direkter Injektion des Cortisons in Medianus oder Sehnen drohen, nicht unterschätzt werden sollen. Irreversible Nervenschädigung oder Sehnenrupturen können die Folge sein. MAXION (33) fand "Die Mehrheit der Patienten empfanden die Beeinträchtigung des Daumens störender als die mangelnde Fähigkeit des Daumens zur Opposition". Diese läßt sich ja auch bei Untersuchung der Funktion - selbst bei Atrophie - nicht eindeutig nachweisen.

Nach den in der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz gesammelten Erfahrungen in der Behandlung des Carpal tunnel syndroms wird folgender Standpunkt eingenommen:

Eine konservative Behandlung hat lediglich in dem beschriebenen Stadium I, d.h. bei uncharakteristischen Beschwerden im Handbereich eine Berechtigung. Hier ist die Eindeutigkeit der Diagnose noch nicht untermauert, eine Fehldiagnose ist nicht auszuschliessen. Der gelegentliche Rückgang aller Beschwerden spontan oder nach konservativen Behandlungsversuchen rechtfertigt eine abwartende Haltung.

Treten die Beschwerden in der Gravidität auf, so sollte man mit operativen Maßnahmen zurückhaltend sein. Häufig kommt es nach der Entbindung oder im Anschluß an das Wochenbett zur Rückbildung der Be-

schwerden spontan oder durch die verschiedensten Therapieversuche.

2. Operative Therapie

Ab dem II. Stadium (S. 5) sollte der Eingriff nicht hinausgezögert werden. Liegt bereits eine Lokalisation im Medianusgebiet vor, so ist die Diagnose in den meisten Fällen eindeutig. Bei längerem Zuwarten drohen Schädigungen des Nerven oder in seinem Ausbreitungsgebiet, die später nicht mehr behoben werden können. Daumenballenatrophie, bleibender Gefühlsverlust und trophische Störungen können bei rechtzeitiger Operation vermieden werden. Rezidive sind abhängig von der Operationsmethode und selten. SANFORT, ROTH und LIPSCOMB (50) beobachteten, daß bei dem Carpal tunnel syndrom in Kombination mit Raynaud'scher Erkrankung durch Spaltung des Ligamentum carpi transversum auch eine Besserung der durch die Raynaud'sche Erkrankung hervorgerufenen Phänomene eintrat.

Zu Angaben der Patienten über Operation und Klimakterium führte folgende Frage:

Wurden Sie vor, während oder nach den Wechseljahren operiert?

(Unter den 41 operierten Patienten waren 24 weiblichen Geschlechts.)

Operation	vor	während	nach dem Klimakterium
Anzahl der Patienten:	4	8	12

Anzahl der Patienten in Prozent:

vor dem Klimakterium operiert	16 2/3 %
während dem Klimakterium operiert	33 1/3 %
nach dem Klimakterium operiert	50 %

Verschiedene Autoren wie SCHULTZE, YAMAGUCHI, WORMSER, NITSCHKE u.a. gaben an, daß häufig Frauen im Klimakterium an einem Carpal-Tunnelsyndrom operiert wurden. Nach unserem Krankengut war dies bei 1/3 aller weiblichen Patienten der Fall. 1/6 der Patientinnen kam vor dem Klimakterium, die Hälfte erst nach dem Klimakterium zur Operation.

41 Patienten hatten präoperativ angegeben, die Beschwerden träten auch nachts auf und würden den Schlaf stören. Bei der postoperativen Kontrolle wurde deshalb die Frage gestellt:

Wann konnten Sie durchschlafen nach der Operation?

	sofort	nach einigen Wochen	nie (ohne Effekt)
Anzahl der Patienten:	35	5	1

35 Patienten = 85.4% konnten sofort nach der Operation durchschlafen

5 Patienten = 12.2% konnten erst nach Wochen wieder durchschlafen

1 Patient = 2.4% konnte nie durchschlafen.

Bei der postoperativen Kontrolle konnten 97.6% aller operierten Patienten nachts wieder durchschlafen.

3. Stellung der Patienten zur Operation

Nach diesen günstigen postoperativen Ergebnissen interessiert die Antwort auf die Frage:

Würden Sie sich nochmals operieren lassen?

Von den 41 Patienten, die operiert wurden, antworteten:

mit ja	33 Patienten
mit eventuell ja	3 Patienten
wenn Besserung garantiert wird, ja	1 Patient
mit nein	4 Patienten

Es würden sich also von 41 Patienten $37 = 90.2\%$ wieder operieren lassen. Nur vier Patienten lehnten die Operation ab = 9.8% .

IV. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION

Das Carpal tunnel syndrome wird hervorgerufen durch chronische Druckschädigung des Nervus medianus im Canalis carpi. Die Verkleinerung des Tunnels kann durch Veränderung seiner Wände oder seines Inhalts zur Medianuskompression führen. Die wichtigsten Symptome sind subjektiv Parästhesien und Anästhesien im Medianusinnervationsgebiet, Greifschwierigkeiten am Morgen, nächtliche Beschwerden mit Schlafstörungen, nach proximal und distal ausstrahlende Schmerzen. Objektiv finden sich: Schwellung an der Handgelenkbeugeseite, Daumenballenatrophie, trophische Störungen an den beteiligten Fingerkuppen oder Nägeln. Bei 72 Patienten (27 ♂, 45 ♀, 13 bilateral) traten an insgesamt 85 erkrankten Händen Parästhesien und Anästhesien mit 92.9% am häufigsten auf. Sie waren die ersten Anzeichen der Erkrankung. Treten also Parästhesien und Anästhesien im Innervationsgebiet des Nervus medianus auf, so muß an ein Carpal tunnel syndrome gedacht werden. Die übrigen subjektiven Beschwerden lagen bei 70% der Hände vor. Objektive Veränderungen traten weniger auf, und zwar Schwellung der Handgelenksbeugeseite bei 51% und Thenaratrophie bei 40% der Hände. Trophische Störungen zeigten sich nur an 2.4%, Hyperkeratosebildung an 1.2% aller erkrankten Hände.

Nur 3.5% der Hände waren ohne subjektive Beschwerden, aber 17.6% ohne objektive Veränderungen. Da also die subjektiven Beschwerden häufig im Vordergrund stehen, kommt der Anamnese bei der Erkennung des Carpal tunnel syndrome eine besondere Bedeutung zu.

Unter den diagnostischen Hilfen wurde dem Elektromyogramm besondere Beachtung geschenkt. Es wies bei Patienten mit stärkeren bis ausgehenden Beschwerden immer eine verlängerte Überleitungszeit und zahlreiche Denervationszeichen auf.

Zur postoperativen Kontrolle waren 41 Patienten mit 49 beteiligten Händen, darunter 8 bilateral Erkrankte, erreichbar. Bei der ausführlichen Erhebung der Anamnese fiel auf, daß die Patienten über Jahre von mehreren Ärzten behandelt worden waren, ohne daß die Diagnose "Carpaltunnelsyndrom" gestellt wurde. Es waren von 41 Patienten 94 Ärzte aufgesucht worden (50% Praktiker, 50% Fachärzte). Durchschnittlich vergingen vom ersten Auftreten der Symptome bis zur Diagnosestellung je Patient 2.6 Jahre. In einzelnen Fällen lag der Beginn der Erkrankung 5, 7, 10, 20 Jahre, und in einem Fall sogar 25 Jahre vor der Diagnosestellung. Bei einigen dieser Patienten war das Carpal-tunnelsyndrom möglicherweise Folge einer Grunderkrankung. Es steht zur Diskussion, ob hier in allen Fällen ein ätiologischer Zusammenhang besteht. Es waren 80.5% aller Patienten mit Carpal-tunnelsyndrom nicht als solche diagnostiziert worden. Als Diagnose vor der Behandlung in der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz wurde von den Patienten angegeben: Handgelenksfraktur, Folge eines Schlaganfalles, Rheuma, Sehnenscheidenentzündung, Wechseljahre, Infektion, Sehnenzer- rung, Durchblutungsstörungen, Gicht, Systemerkrankung ohnenähere Be- zeichnung, Muskelschwund. Bei einem Teil konnte keine Diagnose ange- geben werden. Nur in 19.5% der Fälle wurde der Verdacht auf ein Car- paltunnelsyndrom geäußert. Das Krankheitsbild schien uns zu wenig be- kannt zu sein. 63.4% der Patienten sagten aus, das Leiden hätte sie wäh- rend der langen Vorbehandlung ohne eindeutige Diagnosestellung psychisch sehr bedrückt. Als Gründe wurden vorwiegend erhebliche Schmerzen

und andere Beschwerden, ferner die Tatsache, daß sie als Simulanten angesehen wurden, Schlaflosigkeit, Angst vor Verschlimmerung, Enttäuschung, daß trotz langer Behandlung keine Besserung eintrat, Unkenntnis über die Art der Erkrankung, gesellschaftliche Zurücksetzung, Angst vor Versteifung, Angst vor Lähmung und Carcinophobie angegeben. Konservative Behandlungsversuche bei unseren Patienten mit Carpal-tunnelsyndrom blieben ohne dauernden Erfolg.

Wie die Operation zeigte, hatte bei 73% der operierten Hände eine Entzündung der Sehnenscheiden die Medianuskompression verursacht. Hier wurde nach der Durchtrennung und der partiellen Resektion des Ligamentum carpi transversum eine totale Tenosynovektomie und eine Neurolyse des Nervus medianus, teilweise auch dessen motorischen Daumenballenastes, vorgenommen. Die Rezidivgefahr wird durch dieses Vorgehen wesentlich verringert.

Bei 8.5% der operierten Hände waren Traumen, bei 5% degenerative Veränderungen, bei je 3.4% gutartige Tumoren, Tuberkulose und Lues die Ursache des Carpal-tunnelsyndroms. Nur 3.4% waren als idiopathische Erkrankungen anzusehen, d.h. die Ursache des Carpal-tunnelsyndroms ließ sich nicht eindeutig eruieren. Ein symptomatisches, d.h. ein ätiologisch erklärbares Carpal-tunnelsyndrom, lag in 96.4% der Fälle vor. 95% aller Patienten hatten sich vorwiegend wegen Schmerzen zur Operation entschlossen.

85.7% der Hände waren nach der Operation sofort schmerzfrei. Nur 1 von 49 Händen hatten postoperativ noch Beschwerden. Allerdings war bei 6 Händen eine partielle Besserung eingetreten.

Die übrigen subjektiven Beschwerden waren bei 99% der Hände postoperativ beseitigt. Die Thenerastrophie geschien sich bei 14 von 49 Händen zu

gehend, bei 15.3% partiell gebessert, bei 54% war sie geblieben.

Daraus ergibt sich die Bedeutung der frühzeitigen Operation.

Trophische Störungen waren postoperativ geblieben.

Bei drei Patienten, bei denen präoperativ erhebliche Bewegungs-
hinderung in verschiedenen Gelenken aufgrund degenerativer Verände-
rungen vorlag, war der Faustschluß auch postoperativ nicht wesent-
lich gebessert. Bei 55% der Hände zeigte sich durch die Zweipunkte-
diskriminierung keinerlei sensible Störung im Medianusbereich. 98%
der Patienten konnten nach der Operation sofort oder bald wieder
nachts durchschlafen. 90.2% der operierten Patienten würden sich laut
Nachfrage nochmals operieren lassen. Eine eindeutige Verschlechterung
des Zustandes im Anschluß an die Operation wurde bei keinem unserer
Patienten festgestellt.

V. LITERATURVERZEICHNIS

1. BARNES, C.G., H.L.F. CURREY: Carpal Tunnel Syndrome in rheumatoid arthritis, a clinical and electrodiagnostic survey, annals of the rheum. diseases.
Lond.Brit.Med.Ass. 26 (1967) 226
2. BENGZON, A.R., P.L. EICHMAN: An improved splint for treatment of the carpal tunnel syndrome prosthetics, orthotics and devises.
Arch.phys.med.rehabil. 47 (1966) 84
3. BERNHARDT, M.: Über Medianuslähmung als Spätfolge einer Ellenbogenverletzung.
Neurol.Zbl. 29 (1910) 178
4. BLAU, J.N.: The carpal tunnel syndrome.
Lancet 2 (1965) 297
5. BLUNT, M.J.: The vascular anatomy of the median nerve in the forearm and hand.
Der Chir. 32 (1961) 143
6. BOEHLER, L.: Technik der Knochenbruchbehandlung.
12.-13.Aufl., Verl.W.Maudrich, Wien (1951)
7. BRAIN, W.R.,
A.D. WRIGHT,
M. WILKINSON: Spontaneous compression of both median nerves in the carpal tunnel.
Six cases treated surgically.
Lancet 252 (1947) 277

8. BROUWER, B.: The significance of phylogenetic and ontogenetic studies for the neuropathologist.
J.nerv.ment.dis. 51 (1920) 113
9. CAMERON, B.M.: Occlusion of the Ulnar artery with impending gangrene of the fingers relieved by section of the volar carpal ligament.
J.Bone and Joint Surg. 36 A1 (1954) 406
10. CANNON, B.W., J.G. LOVE: Tardy median nerve palsy its diagnosis and surgical treatment.
Neurochir. 3 (1945/46) 10
11. CANNON, B.W., J.G. LOVE: Tardy median nerve palsy median neuritis, median thenar neuritis amenable to surgery.
Surg. 20 (1946) 210
12. DORNDORF, G.: Über isolierte Lähmungen im Daumenballen.
Mschr.f.Psychiat. 80 (1931) 331
13. FEINDEL, W.: Anatomical overlap of motor-units.
Journ.of comp.neurol. 101 (1954) 1
14. FEINDEL, W., J. STATFORD: The role of the cubitaltunnel in tardy ulnar palsy.
Canad.J.Surg. 1 (1958) 287
15. GILLIAT, R.W., T.G. WILSON: A pneumatic-tourniquet test in the carpal tunnel syndrome.
Lancet 265 (1953) 595

16. GROSSE-BOES, U.: Ist das Carpal-tunnelsyndrom die Grundlage der Schwangerschaftsparaesthesien?
Med.Diss. Freiburg/Br. (1964)
17. GSCHWEND, N.: Die progredient chronische Polyarthrit. IV: Die operative Behandlung.
Fol.rheumat.Docum. Geigy 14 (1967) 1.
18. HUNT, J.R.: Occupation neuritis of the thenar branch of the median nerve.
Trans.Amer.neurol.Ass. 35 (1909) 184
19. HUNT, J.R.: The thenar and hypothernar types of neuralatrophy of the hand.
Amer.J.med.Sci. 141 (1911) 224
20. HUNT, J.R.: The neural atrophy of the muscles of the hand without sensory disturbances.
Rev.Neurol.Psychiat. 12 (1914) 137
21. JANISCH, K.: Schnellender Finger, Karpaltunnelsyndrom und Dupuytren'sche Kontraktur an einer Hand.
Zbl.Chir. 14 (1964) 517
22. KELLY, M.: The carpal-tunnelsyndrome.
Lancet Aut.Art. 2 (1965) 544

23. KEMBLE, F.: Clinical and Electrophysiological improvement from the carpal tunnel syndrome.
Elektromyography 8 (1969) 27
24. KEMBLE, F.: Electrodiagnosis of the carpal tunnel syndrome.
J.Neurol.Neurosurg.Psychiat. 31 (1968) 221
25. KENDALL, D.: The Carpal tunnel syndrome.
Lancet L.A.Autorart. 2 (1965) 341
26. KIRANOW, I.: Therapie des Carpal tunnel syndroms.
Ärztl.Praxis 81 (1970) 4318
27. LAGROT, F.,
PH. MICHEAU,
M. COSTAGLIOLA,
CH. MANSAT: Luxation négligée du semilunaire et syndrome du canal carpien.
Rev.med.Toulouse 2 (1966) 645
28. LEDITSCHKE, J.F.: Acute Carpal tunnel syndrome.
The Australian a. New Zeal. and surg. Melbourne 34 (1965) 298
29. LETTIN, A.W.F.: Carpal Tunnel Syndrome in Childhood.
J.Bone Joint Surg. 47 (1965) 556
30. MANZ, F.: Bestimmung der distalen Nervenleitungszeit und Nadelelektromyographie beim Carpal tunnel syndrom.
Dtsch.med.Wschr. 5 (1970) 1124

31. MARIE, P., C. FOIX: Atrophie isolée de l'éminence
thénar d'origine névritique, rôle
du ligament annulaire antérieur
du carp dans la pathogénie de la
lésion.
Rev.neurol. 26 (1913) 647

32. MATSUZAKI, A.: Anatomical Investigation on the
foetal hand of Japanese.
Acta med. Igaku-Kenkyu 34 (1964)
94

33. MAXION, H.: Untersuchungsbefunde nach konser-
vativer und operativer Behandlung
des Carpal tunnelsyndroms.
Persönl.Mitteilung Frankfurt/M. 1971

34. MIEHLKE, K.: Rheuma und Nervensystem.
Wissenschaftl.Dienst, Roche,
Grenzach/Baden 1970

35. MLETZKO, J.: Das Carpal tunnelsyndrom.
Chir. 9 (1962) 414

36. MOBERG, E.: Dringliche Handchirurgie.
Stuttgart 1964

37. MOERSCH, F.P.: Median thenar neuritis.
Proc.Staff Meet.Mayoclin. 13 (1938)
220

38. MUMENTHALER, M.: Die Therapie des Carpal tunnel-
syndroms.
Dtsch.med.Wschr. 89 (1964) 2424

39. MURLEY, A.H.G.: The Carpal Tunnel Syndrome.
Lancet L.Aut.Art. 2 (1965) 241
40. NEWMAN, P.H.: Median nerve compression in the
carpaltunnel.
Post.grad.med.J. 24 (1948) 264
41. NISSEN, K.J.: Etiology of Carpal Compression
of Median nerve.
J.Bone Joint.Surg. 34 B (1942) 141
42. NITSCHKE, F.: Über Pathogenese, Ätiologie und
konservative Behandlung des Kar-
paltunnelsyndroms.
Med.Welt N.F. 18 (1967) 1020
43. NOTHNAGEL, H.: Zur Lehre von den vasomotorischen
Neurosen.
Dtsch.Arch.f.klin.Med. 2 (1865)
173
44. O'HARA, L.J., M. LEVIN: Carpal tunnel syndrome and Gout.
Arch.I.Med. 120 (1967) 180
45. OPPENHEIM, H.: Lehrbuch der Nervenkrankheiten.
16.Aufl., Berlin 1913
46. PHALEN, G.S., J.I. KENDRICK: Compression neuropathy of the
median nerve in the carpaltunnel.
J.Amer.med.Ass. 164 (1957) 524
47. PUTNAM, J.: A series of cases of Paraesthesia,
mainly of the hands, of periodical
recurrence, and possibly of vaso-
motor origin.
Arch.of Med. 1 (1880) 147

48. QUINLAN, A.G.: Carpal tunnel syndrome presenting as a complete median nerve palsy with trophic changes.
Brit.Med.J. 32 (1962) 1
49. RITTMAYER, K.,
J. SCHLACHETZKI: Paramyloidose, Makroglossie und Carpal tunnel syndrome bei Plasmozytom.
Dtsch.med.Wschr. 8 (1968) 353
50. SANFORD, H. ROTH,
P.R. LIPSCOMB: The association of carpal tunnel syndrome and Raynaud's phenomenon: Observations on their concomitant clinical course and correction.
Med.Abstr. 2 (1964) 536
51. SCHELLER, A.: Periphere Durchblutungsmessungen im Klimakterium und nach Östron-sulfat-Injektionen.
Med.Diss. Würzburg 1967
52. SCHELLER, F.: Überlastungsschäden am Knochen-gerüst junger Männer.
Med.Diss. Berlin 1939
53. SCHÖBER, R., A. BAYARD: Hamulusfraktur und Carpal tunnel syndrome.
Röfo. 90 (1957) 266
54. SCHULTZE, F.: Über Akroparästhesie.
Dtsch.Z.Nervenheilk. 3 (1893) 300
55. SEMPLE, J.C., A.O. CARGILL: Carpal tunnel syndrome.
Lancet 3 (1968) 918

56. SHATTUCK, W. ,
H. HARTWELL,
M. KURTAY:
Carpaltunnelcompression caused
by Hematoma associated with anti-
coagulant therapie.
Cleveland Clinic Quarterly 33
(1966) 127
57. STRICKER, E.,
H. NIGST,
W. ZINN:
Über Akroparästhesien beim Carpal-
tunnelsyndrom.
Schweiz.Med.Wschr. 43 (1956) 1215
58. VAINIO, K.:
Carpaltunnelsyndrome caused by
tenosynovitis.
Acta rheum.scand. 4 (1957) 22
59. VIGNON, M., M. MEGARD,
J.L. VAUZELLE, A. GOUTELLE, lome multiple.
B. CHATIN:
Rev.Rheum. 9 (1966) 486
60. STELLBRINK, G.:
Operative Behandlung des Poly-
arthritikers.
Internist 8 (1967) 265
61. WARTENBERG, R.:
Partial thenar atrophy clinical
entitly.
Arch.Neurol.Psychiat. 43 (1939)
373
62. WATSON-JONES, K.:
Lêris pleonosteosis.
J.Bone and Joint Surg. 31 (1949)
560
63. WESSINGHAGE, D.:
Klinik und Therapie des Carpal-
tunnelsyndroms.
Dtsch.Med.Wschr. 49 (1969) 2544

64. WILKINSON, M.: The Carpal Tunnel Syndrome in Pregnancy.
Lancet 1 (1960) 453
65. WILSON, S.A.K.: Some points in the symptomatology of cervical rib., with especial reference to muscular wasting.
Proc.Roy.Soc.Med. 61 in Sect. 6 (1913) 133
66. WILSON, J.N.: Profiles of the Carpal canal.
J.Bone and Joint Surg. A 36 (1954) 127
67. WOLTMAN, H.W.: Neuritis associated with acromegaly.
Arch.Neurol.Psychiat. 45 (1941) 680
68. WORMSER, P.: Das Karpaltunnelsyndrom.
Fortschr.Neurol.Psychiat. 18 (1950) 211
69. YAMAGUCHI, D.M.,
P.R. LIPSCOMB,
E.H. SOULE: Carpaltunnelsyndrome.
Minnes.Med. 48 (1965) 22
70. ZACHARY, R.B.: Thenar palsy due to compression of the median nerve in the carpal-tunnel.
Surg.Gynec.Obstet. 81 (1945) 213

Die Anregung zu meiner Dissertation verdanke ich Herrn Prof. Dr. R. RAHMANZADEH.

Sehr verbunden bin ich Herrn Prof. Dr. D. WESSINGHAGE für seine große Mühe bei den Korrekturen und seine Hinweise bzw. Erklärungen.

Besonderen Dank sage ich auch Herrn Dr. H. MAXION und Frau Dr. M. DEUTSCH, von der Neurologischen Abteilung der Universitätsklinik in Frankfurt/M., für ihre stete Hilfe bei der Erstellung und Auswertung der Elektromyogramme.

Ferner danke ich Herrn Prof. Dr. F. KOMMERLE, Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik in Mainz, für die Übernahme des Korreferates.

